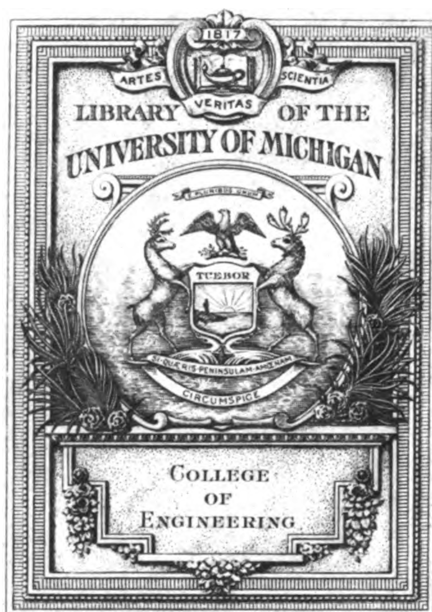





1817
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUÆRIS PENINSULAM AMŒNAM
CIRCUMSPICE
COLLEGE
OF
ENGINEERING

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

LIII. Jahrgang

1932

II. Halbjahr

Berlin
Im Buchhandel durch Julius Springer
1932

Inhaltsverzeichnis.

(II. Halbjahr 1932)

A. Sachverzeichnis.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. Bespr. = Besprechung.
Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl. Weitere Abkürzungen s. Abt. A IV, VDE.
Die Umlaute ä, ö, ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

I. Aufsätze, Rundschau und kleinere Mitteilungen.

II. Persönliches.

III. Literatur.

Ankündigung von Büchern.

Neue Zeitschriften.

Verschiedenes.

Buchbesprechungen.

IV. Vereinsnachrichten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Kommissionen und Ausschüsse.

(Änd. = Änderungen und Nachträge zu früheren Entwürfen oder bestehenden Bestimmungen
Entw. = vollständiger Abdruck von Entwürfen).

Normblätter.



Prüfstelle des VDE.

Jahresversammlung.

Verschiedenes.

Elektrotechnischer Verein.

Einladungen.

Sitzungsberichte.

Vorträge.

Verschiedenes.

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF).

Andere Vereine des VDE und fremde Vereine und Verbände.

V. Geschäftliche Mitteilungen.

B. Namenverzeichnis.

Die Verfasser von Büchern sind nicht in diesem Verzeichnis, sondern unter Abteilung A III des Sachverzeichnisses aufgeführt. Persönliche Nachrichten siehe unter Abteilung A II des Sachverzeichnisses.

Zeichenerklärung: * = größerer Aufsatz. — Brf. = Brief an die Schriftleitung. — B. = Berichtigung. — Vortr. = Vortrag. Bespr. = Besprechung. — Alle Zeichen stehen vor der Seitenzahl.

Die Umlaute ä, ö ü und ae, oe, ue sind wie die einfachen Laute a, o, u behandelt; Worte mit Umlauten sind den gleichartigen Worten mit einfachen Lauten nachgestellt.

Druck von H. S. Hermann G. m. b. H., Berlin SW 19

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang **Berlin, 7. Juli 1932** **Heft 27**

Über den Unterbrechungsvorgang im Hochleistungschalter.

Von **J. Biermanns**, Berlin.

Übersicht. Im Anschluß an frühere Aufsätze des Verfassers und seiner Mitarbeiter wird auf Grund der in den letzten Jahren im Hochleistungsversuchsfeld der AEG geleisteten Arbeiten und unter vergleichender Berücksichtigung der Arbeiten fremder Verfasser für den Unterbrechungsvorgang in den verschiedenen Arten der neuzeitlichen Hochleistungschalter, d. h. im Ölschalter mit und ohne Löschkammer, im neuen Druckölschalter (Oil blast breaker), im Ölschalter mit Gitterkontakt (Deion grid), im Druckgasschalter und im Wasserschalter eine einheitliche Arbeitshypothese entwickelt, die durch den Grundsatz gekennzeichnet ist: Kein Schalter ohne Strömung des löschendes Mediums.

Ausgehend von der Erkenntnis, daß die Stromunterbrechung ein Entionisierungsvorgang ist, wird eine eingehende Betrachtung des elektrischen und thermischen Mechanismus sowohl des brennenden wie des verlöschenden Lichtbogens durchgeführt. Sie liefert eine tiefere Begründung für das Strömungsprinzip und führt weiter zu der Erkenntnis, daß unter sonst gleichen Bedingungen in erster Linie das Wärmeleitvermögen des verwendeten Löschmittels für die Höhe der erzielbaren Abschaltleistung maßgebend ist.

1. Einleitung.

Nachdem die Entwicklung des Hochleistungschalters sich durch etwa drei Jahrzehnte stetig vollzogen hatte, erhielt sie vor 4 ... 5 Jahren einen mächtigen Impuls. Wir verdanken diesen dem Zusammentreffen zweier Umstände, u. zw. einmal der Entstehung der großen Hochleistungs-Versuchsfelder und dann der erfolgreichen Entwicklung, die die Erforschung der Gasentladungen genommen hatte. Wir haben hier einen der wenigen Fälle vor uns, wo die Arbeiten der Ingenieure und Physiker sich auf gemeinsamem Wege begegneten und sich in glücklicher Weise ergänzten. Damit waren die Ingenieure aber in den Stand gesetzt, der Verwirklichung eines alten von ihnen gehegten Traumes näherzutreten, nämlich dem Ersatz des Ölschalters durch öllose, nicht brennbare und nicht explosible Hochleistungsschalter. Es ist daher kein Zufall, daß die verschiedenen zur Zeit noch mehr oder weniger umstrittenen Vertreter der letzteren Gattung ebenfalls zu dieser Zeit geboren wurden bzw. in neuer lebensfähiger Gestalt ihre Wiedergeburt erlebten.

Es wäre in der Tat unmöglich gewesen, die neuzeitlichen Hochleistungschalter zu der heutigen Stufe der Entwicklung zu bringen, wenn man sich nicht einigermaßen zutreffende Vorstellungen über die Vorgänge im Unterbrechungslichtbogen und über die Mittel, die zu seiner Beeinflussung zur Verfügung stehen, gebildet hätte. Damit hängt es zusammen, daß die verschiedenen Theorien, die an den einzelnen Forschungstätten entstanden sind, soweit ihr effektiver Inhalt in Frage kommt, einer gewissen Übereinstimmung zustreben. Der Verfasser glaubt sich deshalb in die Lage versetzt, seinen Lesern ein zutreffendes Bild von den heutigen Vorstellungen über das Wesen des Unterbrechungsvorganges zu vermitteln, obwohl er seinen Betrachtungen im großen und ganzen die Arbeiten zugrunde gelegt hat, die in den letzten Jahren im Hochleistungs-Versuchsfeld der AEG geleistet wurden. Dadurch, daß überall dort, wo es erforderlich schien, Literaturangaben eingestreut wurden, ist der Leser in den Stand gesetzt, sich selbst ein Urteil darüber zu bilden, wieweit Übereinstimmung mit den Meinungen fremder Autoren besteht und wo noch Gegensätze vorhanden sind.

Unsere Aufgabe muß zunächst sein, einen einheitlichen Gesichtspunkt zu finden, unter dem wir die Wirkungsweise der verschiedenen in den letzten Jahren entwickelten Formen von Hochleistungschaltern zu untersuchen haben. Wir werden uns zu dem Zweck mit den verschiedenen Ausführungsformen und ihrer Arbeitsweise auseinandersetzen und dabei den Ölschalter mit und ohne Löschkammer, den neuen Druckölschalter (Oil blast breaker)[1], den Ölschalter mit Gitterkontakt (Deïon grid)[2, 3], den Druckgasschalter[4, 5] und den Wasserschalter[6, 7] betrachten, also diejenigen Schaltertypen, die in den letzten Jahren in Amerika und in Europa entwickelt worden sind.

2. Grundsätzliches über den Löschvorgang.

Die in Abb. 1 gegebene vereinfachte Darstellung der Unterbrechungstelle der eben aufgezählten Schalterhauptformen zeigt deutlich ein übergeordnetes Prinzip: Kein Schalter ohne Strömung des löschenden Mediums. Man sieht in der oberen Reihe links die Ölschalter-Löschkammer[8], in der der Lichtbogen hohen Druck erzeugt, der dem Stift im Augenblick des Austrittes aus der Kammer einen Ölstrom nachjagt. Betrachten wir sodann den in der Mitte der unteren Reihe dargestellten Druckölschalter[9, 10], bei dem ein eigener Druckgenerator in Form eines Hilfslichtbogens, bei einer anderen Ausführungsart[11, 12] in Form eines Druckkolbens die Erzeugung der Ölströmung übernimmt. Der Unterschied gegenüber der Löschkammer kann etwa als Einführung einer fremderregten Strömung gegenüber der selbsterregten gekennzeichnet werden. Der Ölschalter-Löschkammer sind rechts anschließend zwei Ausführungsformen der Wasserschalter-Löschkammer (AEG[13, 14] und SSW[15]) gegenübergestellt. Man sieht, es handelt sich um eine einfache räumliche Umkehrung, bei der dem Stift ein nach oben gehender Dampfstrahl nachfolgt, dessen Rückkondensation zu Wasser in einer anschließenden Kondensationskammer begünstigt werden soll. Die untere Reihe zeigt links die von Ruppel angegebene Düse des Druckgasschalters[16, 17], eine Ausführungsform, die zur dampfbeblasenen Unterbrechungstelle des Wasserschalters gleichfalls im Verhältnis der Fremderregung zur Selbsterregung, deutlicher gesagt, der äußeren Beblasung zur Selbsterzeugung

---

[1] Prince u. Skeats, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 50 (1931), S. 506, 521.

[2] Baker u. Wilcox, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49 (1930), S. 431.

[3] Dyer, Electr. J. Bd. 27 (1930), S. 142. Electr. Wld. Bd. 95 (1930), S. 786, 844. Ref.: ETZ 1930, S. 1624.

[4] J. Biermanns, ETZ 1929, S. 1073, 1114, 1746; 1930, S. 299.

[5] H. Kesselring, ETZ 1929, S. 1011; 1930, S. 503.

[6] J. Biermanns, ETZ 1930, S. 302.

[7] H. Kesselring, ETZ 1930, S. 499.

[8] Vgl. z. B. F. Grünewald, Die Löschkammer. J. Biermanns, O. Mayr, Hochspannungsforschung und Hochspannungspraxis, S. 289.

[9] Vgl. Spurck u. Strang, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 50 (1931), S. 513, 521, Abb. 2.

[10] Prince u. Paul, Electr. Wld. Bd. 98 (1931), S. 499.

[11] Prince u. Poitras, Electr. Wld. Bd. 97 (1931), S. 400.

[12] Rankin, Gen. electr. Rev. Bd. 34 (1931), S. 553.

[13] Vgl. Fußnote 6, ferner O. Mayr, ETZ 1932, S. 75 u. 121.

[14] P. Thieme, AEG-Mitt. 1932, H. 3, S. 69, und Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50 (1932), S. 161.

[15] Vgl. Fußnote 7, ferner H. Kesselring, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 22 (1931), S. 254.

[16] Vgl. Fußnote 4 und 13, S. 75. F. Petermichl, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 47 (1929), S. 905. O. Mayr, VDE-Fachberichte 1931, S. 45.

[17] K. Rittmeyer, Weiterentwicklung des Druckgasschalters. J. Biermanns u. O. Mayr, Hochspannungsforschung und Hochspannungspraxis, S. 275. W. Übermuth, Elektr. Bahnen 1931, S. 129.

des strömenden Löschmittels steht. Der Vergleich ist kein rein äußerlicher. Genau so wie die selbsterregte Gleichstrommaschine im Bereiche kleiner Spannungen die Stabilität vermissen läßt, muß man auch bei Schaltern mit selbsterzeugter Löschmittelströmung, also beim Löschkammer-Ölschalter und Wasserschalter, feststellen, daß ihre Schwierigkeiten auf dem Gebiet kleiner Ströme zu suchen sind, wo der erzeugte Druck keine ausreichende Strömung hervorzurufen vermag. Nun zum letzten Bild der unteren Reihe, dem Ölschalter mit Gitterkontakt[18]. Der Lichtbogen wird hier zur Erzeugung magnetischer Wirkungen in den schwarz angelegten Eisenschichten ausgenutzt, wird durch die magnetische Blasung in die Schlitze der Kammer getrieben, dort zur verstärkten Gaserzeugung an den Wänden der vielfach unterteilten Kammer gezwungen und durch die Gasströmung zerrissen. Daß es sich auch hier um ein Überwiegen von Wirkungen handelt, die an ein Strömen des Löschmediums gebunden sind, sei mit den Worten eines Mitarbeiters des Erfinders belegt, der sich[19] wie folgt äußert: „Die Unterbrechung im Deïon-grid-Ölschalter vollzieht sich kurz gesagt folgendermaßen:

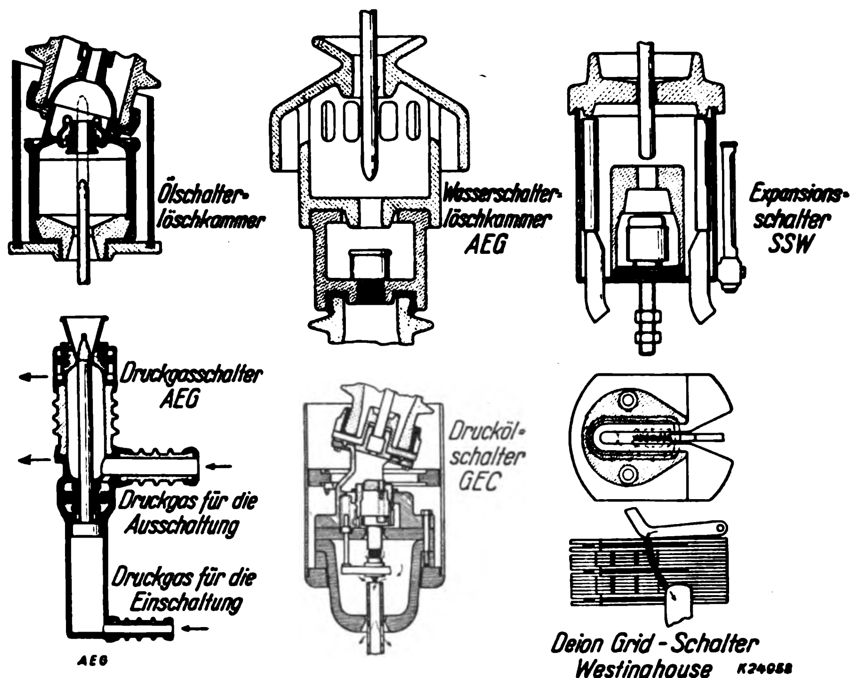


Abb. 1. Schaltstellen neuzeitlicher Hochleistungschalter.

1. Entstehung eines Lichtbogens unter Öl,
2. Entstehung eines magnetischen Eigenfeldes des Lichtbogens, das ihn auf eine vorgeschriebene Bahn zwingt.
3. Die Lichtbogenbahn ist eine tiefe, schmale Tasche, die von U-förmigen ölgetränkten Wänden aus Preßmaterial eingeschlossen ist.
4. Der heiße Lichtbogen bringt das eingeschlossene Öl zur Verdampfung.
5. Der Öldampf durchbricht bei seinem Austreten den Lichtbogen.
6. Die turbulente Gasströmung bläst den Lichtbogen aus, indem sie ihm soviel Ionen entzieht, daß er beim Nulldurchgang erloschen bleibt."

Der Autor fährt fort:

„Bevor man grundsätzliche Untersuchungen über die Lichtbogenunterbrechung in Öl anstellte, sah man die Entstehung von Gas in Ölschaltern als notwendiges Übel an, das mit der Löschung nichts zu tun hat. Slepian[20] hat jedoch zeigen können, daß Ölschalter nur dadurch arbeiten, daß das vergaste Öl einen Strom nichtionisierter Teilchen entwickelt, welche die Ionen aus dem hochionisierten Lichtbogen entfernen. Demgemäß ist der Deïon-grid-Schalter mit Recht ein gasbeblasener Ölschalter genannt worden."

Diese Stelle wurde zitiert, um zu zeigen, daß in der Tat die Strömung eines unionisierten Löschmediums das verbindende Glied aller bestehenden Arten der Hochleistungs-Unterbrechung vorstellt.

Ein inniger Zusammenhang zeigt sich in Abb. 2, welche die Vorstellungen über den Verlauf des Unterbrechungsvorganges klarer herausarbeiten soll. Am Beispiel des Löschkammer-Ölschalters und der Druckgasschalter-Düse sieht man hier in je 3 Phasen, wie sich der Lichtbogenkörper in der Nähe des Nulldurchganges zunächst zusammenzieht und dann durch die Strömung von der Elektrode abgeschnürt wird[21, 22]. Rechts unten sieht man denselben Vorgang am Beispiel des Druckölschalters[23] vor Augen geführt. Der Leser möge sich einprägen, wie hier an der Elektrode durch die Ölströmung eine durchschlagfeste Ölschicht entsteht, welche offenbar um so stärker und daher wirksamer sein wird, je höher die Geschwindigkeit der Ölströmung ist. Wir werden auf dieses Beispiel noch zurückkommen, weil das Experiment hier eine gewichtige Bestätigung für die Brauchbarkeit der Vorstellung geliefert hat.

In Abb. 3 sei an Hand von Zeitlupenaufnahmen, bei welchen auf 1 s 5000 Bilder entfallen, der Beweis geführt, daß der Lichtbogen im Druckgasschalter tatsächlich gegen Ende der Halbperiode unter Verringerung seines Querschnittes zusammenschrumpft und von der Elektrode fortgeblasen wird, wobei der Gasstrom die Schaltstrecke reinigt und mit durchschlagfestem Gas anfüllt. Abb. 4 zeigt die letzten Phasen des sterbenden Lichtbogens. Man erkennt den Lichtbogen-Ansatzpunkt an der Stiftspitze, den Schatten der nicht durchschnittenen Zwischenscheibe zwischen dem oberen

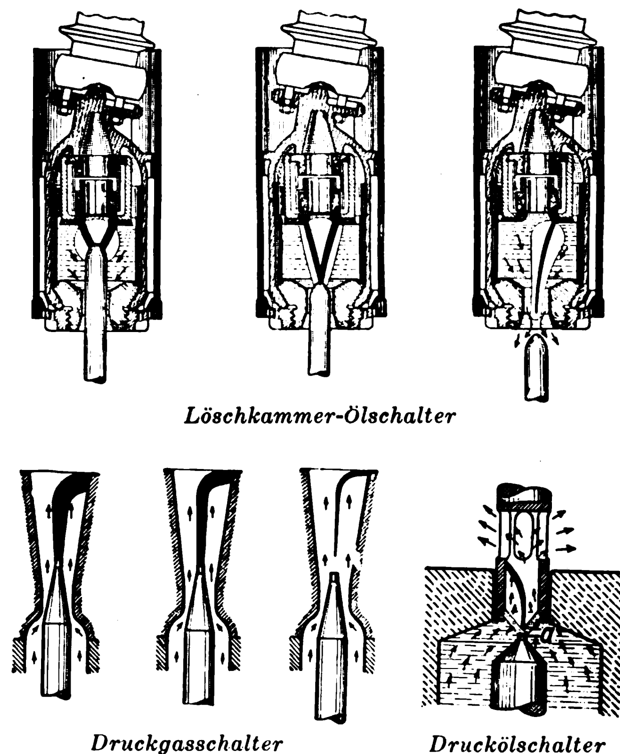


Abb. 2. Lichtbogen-Unterbrechung im Hochleistungsschalter.

Trichter und dem unteren Düsentragkörper. Im letzten Teilbild sehen wir das definitive Erlöschen des auf einen dünnen Faden zusammengeschrumpften Lichtbogens, der

[18] Vgl. Fußnote 2 und 3, ferner Electr. Wld. Bd. 95 (1930), S. 249. Electr. Rev., Lond., Bd. 106 (1930), S. 472. Mac Neill, Electr. Engng. Bd. 50 (1931), S. 260.
[19] Blackmon, Power Bd. 74 (1931), S. 161.
[20] J. Slepian, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49 (1930), S. 421.
[21] Vgl. auch Siemens-Z. 1930, S. 364.
[22] A. Clerc, Bull. Soc. franç. Electr. Bd. 2 (1932), Nr. 13, Abb. 14.
[23] Vgl. Fußnote 11 u. 12.

offenbar auf seiner ganzen Länge und am ganzen Umfang der entionisierenden Wirkung der strömenden Druckluft ausgesetzt ist. In Abb. 5 kann man weiterhin wahrnehmen, wie sich der Lichtbogenkörper bei der endgültigen Unterbrechung an der Elektrode abschnürt und von ihr als Wolke abgehoben wird. Daß die Elektrode dann den Kampf noch nicht aufgibt, zeigt die untere Bildreihe, die mit der oberen völlig identisch und nur vom selben Negativ weicher kopiert ist. Man sieht links die hellen Bildstreifen des brennenden Lichtbogens, in denen jetzt alle Einzelheiten durch Blendung verschwinden, rechts die nach der Unterbrechung aus dem Kontakt austretenden Wolken von Ladungsträgern, die von der Druckluft dauernd fortgeblasen werden, so daß eine Rückzündung der Schaltstrecke vermieden wird. Beim Druckgasschalter ist der eben geschilderte Unterbrechungsvorgang in idealer Weise verwirklicht. Er ist darum der einzige Schalter, der in seinem ganzen Arbeitsbereich gleichmäßig in einer Halbperiode zu unterbrechen vermag.

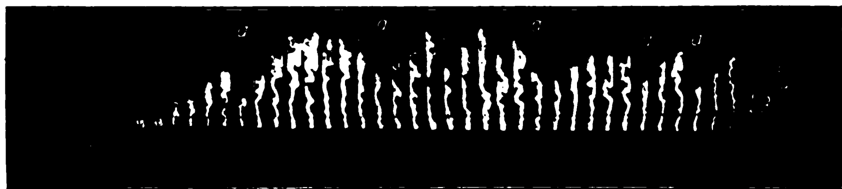


Abb. 3. Zeitlupenaufnahme des Abschaltvorganges beim Druckgasschalter.



Abb. 5. Unterbrechungsvorgang im Druckgasschalter.

Daß wir aber berechtigt sind, auch bei anderen Schalterformen die hier behandelten Grundvorstellungen als zutreffend zu erachten, sei in Abb. 6[24] an Hand des Modelles eines normalen Ölschalters mit offenen Kontakten bewiesen, bei dem es nicht unmittelbar einleuchtend ist, wieso die Bespülung mit einem unionisierten Löschmedium zustande kommt. Die drei übereinander befindlichen Bildreihen sind fortlaufend von rechts unten nach links oben zu verfolgen. Man erkennt zunächst das Entstehen des Lichtbogens nur an dem streifenförmigen Reflex am Ölspiegel (Teilbild 5), sieht dann, wie sich die Gasblase entwickelt (Teilbild 8) und gleichzeitig der Ölspiegel hebt (Teilbild 9), bis die Gasblase den Ölspiegel durchbricht (Teilbild 11). Nun stürzen die Ölwände der Gasblase ein, der Lichtbogen sinkt zusammen und wird erstickt (Teilbild 13 ... 18). Beim gewöhnlichen Ölschalter hat man es also offenbar mit einer ungeregelt verlaufenden Ölströmung zu tun.

Je besser man die Strömung steuert, um so sicherer beherrscht man den Unterbrechungsvorgang, um so schneller unterdrückt man den Lichtbogen. Es sei an das Bild von der durchschlagfesten Ölschicht erinnert[25], die sich im Druckölschalter durch die Ölströmung ausbildet.

Abb. 7[26] bringt eine interessante Stützung dieser Vorstellung. Zum besseren Verständnis sei aus dem Folgenden ein Punkt vorweggenommen. Aufgabe der durchschlagfesten Schicht ist es, die nach dem natürlichen Nulldurchgang des Stromes auftretende Spannungsbeanspruchung mit Sicherheit aufzunehmen. Würde die volle treibende Spannung ohne jede Verzögerung an der Unterbrechungstelle erscheinen, so wäre noch keine isolierende Zwischenschicht geschaffen, es müßte zu einer Rückzündung kommen. Glücklicherweise kann die Wiederkehr der Spannung an der Unterbrechungstelle nicht sprunghaft erfolgen. Es kommt ein in der Regel hochfrequenter Anstieg zustande, der aber immerhin eine gewisse Zeit braucht, so daß man von einer in Volt/Mikrosekunde auszudrückenden, mit der Zeit wachsenden Beanspruchung der Schaltstrecke sprechen muß. Wenn sich nun in der gleichen kurzen, aber doch endlichen Zeit die Durchschlagfestigkeit der Schaltstrecke ausreichend zu regenerieren vermag, so ist die Rückzündung unterbunden, der Unterbrechungsvorgang vollzogen. Offenbar ist zur Herstellung einer ausreichenden Löschwirkung ein um so schnelleres Anwachsen der Dicke der Ölschicht und damit eine um so größere Geschwindigkeit des in die Schaltstrecke gepreßten Öles erforderlich, je schneller die Spannung wiederkehrt. Es muß sogar strenge Proportionalität bestehen, d. h. es ergibt sich ein linearer Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit des Spannungsanstieges und Geschwindigkeit der Ölströmung, welcher das Gebiet erfolgreicher Unterbrechung von dem Gebiet der Fehlschaltungen trennt. In der Tat sieht man aus der Eintragung der mit den verschiedensten Absolutwerten der Spannung angestellten Versuche, daß die voll markierten Fehlschaltungen sämtlich oberhalb der eingetragenen Grenzgeraden liegen, welche die für eine bestimmte Geschwindigkeit des Spannungsanstieges erforderliche Min-

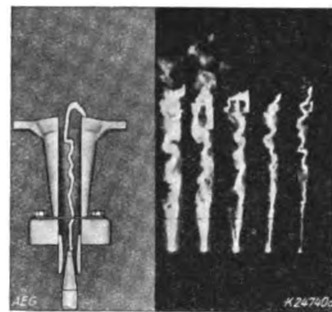


Abb. 4. Zeitlupenaufnahme der letzten Phasen vor endgültiger Unterbrechung im Druckgasschalter.

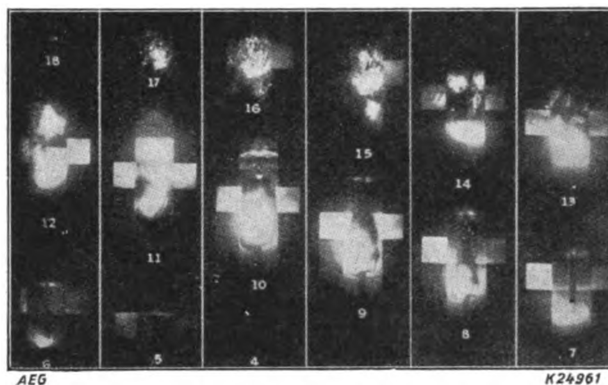


Abb. 6. Lichtbogen-Unterbrechung im Ölschalter mit offenen Kontakten 6 kV, 50 A, $\cos\varphi = 0{,}45$.

---

[24] Nach Lichtenberg, Electr. Wld. Bd. 97 (1931), S. 321.

[25] Ähnliche Vorstellungen leiteten uns schon bei der Entwicklung des Druckgasschalters. Vgl. J. Biermanns, ETZ 1929, S. 1078/79.

[26] S. Fußnote 11, Abb. 10 u. 11.

dest-Ölgeschwindigkeit angibt. Die Lage der Grenzgeraden ergibt zurückgerechnet eine Ölfestigkeit von 200 kV/cm, ein Wert, der für kurzzeitige Beanspruchungen dünner Ölschichten durchaus in der richtigen Größenordnung liegt. Damit erscheint aber die Vorstellung von einer die Schaltstrecke reinigenden Durchströmung des Lichtbogen-

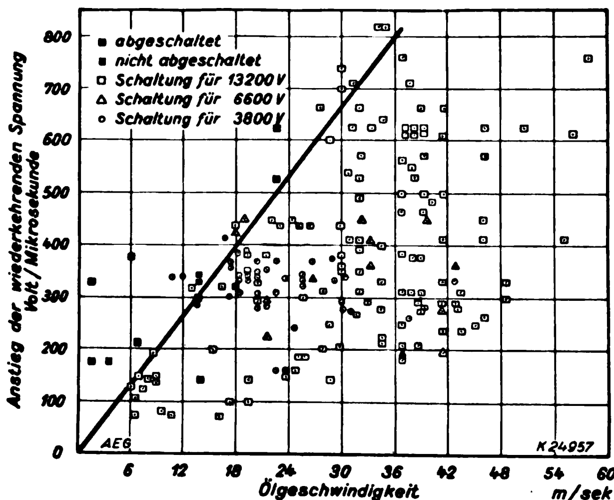


Abb. 7. Zulässige Anstiegsgeschwindigkeit der wiederkehrenden Spannung, abhängig von der Ölgeschwindigkeit für verschiedene Spannungen.

raumes mit einem dielektrisch festen Löschmittel bei allen bekannten Schaltertypen zumindest als vollauf gerechtfertigte, zur Zeit am besten bestätigte Arbeitshypothese. Es kann als bewiesen gelten, daß die Löschwirkung an eine Strömung des Löschmittels gebunden ist, wobei der Verfasser die Vorstellung von dem Zwischenschieben

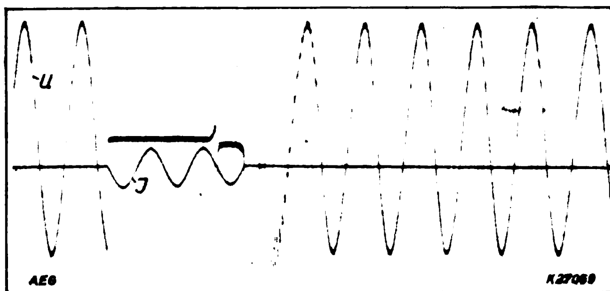


Abb. 8. Abschaltung von Wechselstrom.

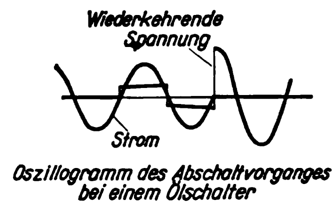
einer durchschlagfesten Schicht in die Lichtbogenbahn als gut begründeten Leitgedanken betrachtet, aber eine allgemeinere Erklärung der regenerierenden Wirkung der Strömung offen läßt. Dabei bleibt noch eine große Anzahl von Einzelheiten aufzuklären, auf die nun eingegangen wird.

3. Die elektrischen Bedingungen der Stromunterbrechung.

Beim Wechselstrom-Lichtbogen wird die Löschung durch die periodisch wiederkehrenden Nulldurchgänge des Stromes ungemein erleichtert. Knapp vor dem Nullwert des Stromes steigt die Lichtbogenspannung, wie aus dem hier gebrachten Oszillogramm (Abb. 8) ersichtlich, erheblich an, knapp nach dem Passieren des Nullwertes setzt sie mit einer Zündspitze wieder ein, wenn der Schalter die Chance der endgültigen Stromunterbrechung versäumt hat. Zwischen beiden Momenten liegt eine kurze, im Schleifenoszillogramm nicht erkennbare Zeitspanne, in welcher der Strom Null bleibt. Die endgültige Unterbrechung ist dadurch gekennzeichnet, daß sie die Wiederkehr der vollen treibenden Spannung an der Unterbrechungstelle im Gefolge hat. Man sieht an dem Oszillogramm sehr deutlich, daß diese Wiederkehr sich keineswegs in einem steilen Aufsprung, sondern in Form einer Ausgleichschwingung[27] vollzieht, die im vorliegenden Falle so langsam vor sich geht, daß sie sogar von der Oszillographenschleife noch geschrieben werden konnte. In der Regel verläuft dieser Vorgang so schnell, daß nur der Kathodenstrahl-Oszillograph noch Einzelheiten aufzudecken vermag.

[27] J. Kopeliowitch, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 19 (1928), S. 551.

Woher diese Schwingung rührt, ersieht man aus Abb. 9, die oben nochmals schematisch die Grobstruktur des Unterbrechungsvorganges vor Augen führt, unten rechts den Schaltzustand zeigt, der nach jedesmaligem Erlöschen des Lichtbogens zurückbleibt. Man sieht, daß die Stromerzeugungsanlage auf ein kapazitives Gebilde, das Netz, arbeitet, welches noch vom Kurzschluß her spannungslos zurückgeblieben ist und nun aufgeladen werden muß. Die Induktivitäten und Kapazitäten des Kreises bestimmen den in der linken Figur dargestellten gedämpft periodisch verlaufenden Ausgleichsvorgang, der sich dem von der Stromerzeugungsanlage vorgeschriebenen augenblicklichen Sollwert überlagert und diesen sogar nicht unerheblich überschwingt. Die in der Figur eingetragene Zeit τ verstreicht bis zur Erreichung der Sollwertkurve und stellt die Frist vor, die der Schaltstrecke zur Wiederherstellung ihrer elektrischen Festigkeit gegönnt ist.



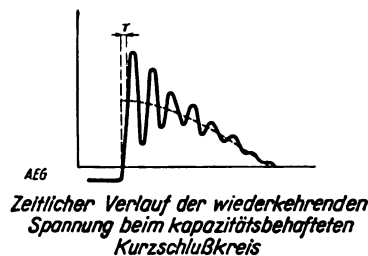


Abb. 9. Unterbrechungsvorgang. Wiederkehr der Spannung nach dem Nulldurchgang des Stromes.

Es ist mit unseren heutigen Kenntnissen möglich, die Dauer dieses Zeitverzuges τ und damit den durchschnittlichen Anstieg der wiederkehrenden Spannung zu berechnen[28, 29, 30, 31, 32]. Die sich so ergebende Geschwindigkeit der Spannungsrückkehr kann in gewissen Fällen noch eine Verkleinerung erfahren, u. zw. wenn, wie das linke Teilbild von Abb. 10 erkennen läßt, der den abzuschaltenden Kurzschlußstrom speisende Generator nach der Unterbrechung noch durch ohmsche Widerstände belastet

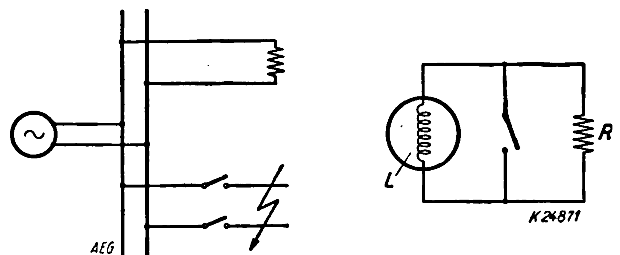


Abb. 10. Unterbrechungsvorgang bei ohmscher Belastung der Stromquelle.

bleibt[33]. Nach dem im rechten Teilbild dargestellten Schema ergibt sich dann ein nach einer Exponentialfunktion erfolgender Spannungsanstieg, dessen Geschwindigkeit durch das Verhältnis des ohmschen Belastungswiderstandes zur Streuinduktivität der Stromquelle festgelegt ist. Theoretisch kann bei genügend hoher ohmscher Belastung eine starke Verzögerung des Spannungsanstieges

[28] Vgl. Fußnote 4, S. 1075; 5, S. 1010; 1, S. 527 (Diskussionsbeitrag von Skeats); 11.
[29] Vgl. ferner: Skeats, Electr. Wld. Bd. 97 (1931), S. 1230.
[30] Park u. Skeats, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 50 (1931), S. 204.
[31] H. Gubler, VDE-Fachberichte 1931, S. 48.
[32] J. Kopeliowitch, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 22 (1931), S. 312.
[33] Vgl. F. Kesselring, VDE-Fachberichte 1931, S. 53.

eintreten, praktisch kann jedoch mit der Erleichterung des Abschaltvorganges, die hierdurch bedingt ist, kaum gerechnet werden. Als ohmsche Widerstände kommen nämlich nur echte ohmsche Widerstände in Betracht, wie sie etwa durch Lichtbelastung, Ofenbelastung oder ähnliches gegeben sind, nicht aber die Belastung durch rotierende Maschinen, deren Nachbildung durch einen Ersatzwiderstand ja nur für Vorgänge statthaft ist, die sich mit der normalen Betriebsfrequenz abspielen.

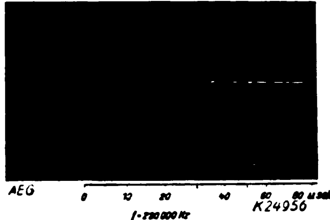


Abb. 11. Eigenschwingung einer Strombegrenzungs-Drosselspule.

Die höchste bisher in ausgeführten Anlagen gemessene Wiederanstieg-Geschwindigkeit beträgt 2400 V/µs, doch ist das Versuchsmaterial noch zu klein[34]. Bei höheren Spannungen verlangsamt sich die Eigenschwingung der Transformatoren, dafür steigt der Absolutwert der Schwingungsamplitude, so daß hier ein gewisser Ausgleich gegenüber mittleren Spannungen zustandekommt.

Im Bereich bis 30 kV, neuerdings bei noch höheren Spannungen, wird noch ein anderer Umstand von Bedeutung. Man riegelt die Schaltstelle häufig gegen die übrige Anlage durch Strombegrenzungsreaktanzen ab, in denen bei Kurzschluß ein wesentlicher Teil der Spannung abgedrosselt wird. Es kommt also darauf an, wie schnell die vor der Reaktanz in nahezu voller Höhe wartende, dort in verschiedenen Kapazitäten aufgespeicherte Spannung durch die Reaktanz durchkommt und am Schalter selbst erscheint. Wie das Kathodenstrahl-Oszillogramm der Abb. 11 erkennen läßt, geschieht dies in sehr kurzer Zeit, da die Eigenfrequenz der Reaktanzen außerordentlich hoch, je nach ihrer Bauart in der Größenordnung von 50 000 ... 500 000 Hz liegt. Die Eigenschwingungen von Transformatoren und Generatoren erfolgen zehnmal langsamer[35, 36]; die Netzkapazität kann eine Verringerung um eine weitere Größenordnung bringen.

In diesem Zusammenhang soll noch auf die Frage eingegangen werden, ob es mit Rücksicht auf die große Erleichterung der Abschaltbedingungen, die der Schalter im praktischen Betrieb häufig durch die Anwesenheit der Netzkapazität vorfindet, zweckmäßig ist, bei der Auswahl von Schaltern die im Kurzschluß-Versuchsfeld ermittelte Grenzausschaltleistung zugrunde zu legen. Ganz abgesehen davon, daß diese im Prüffeld ermittelte sog. Nennabschaltleistung eines Schalters einen bequemen Maßstab darstellt, der einen mühelosen Vergleich verschiedener Schaltertypen unter gleichen Verhältnissen ermöglicht, konnte im vorhergehenden gezeigt werden, daß im praktischen Betrieb sehr kurze Rückkehrzeiten τ vorkommen können, die selbst die in Hochleistungs-Prüffeldern gegebenen kleinen Rückkehrzeiten erreichen können. Es ist aber allgemein üblich, bei der Bemessung und Auswahl eines Apparates die ungünstigste Beanspruchung zugrunde zu legen, die im praktischen Betrieb auftreten kann. *(Schluß folgt.)*

---

34 Vgl. Fußnote 9, S. 514, Abb. 1.

35 Vgl. Fallou, Bull. Soc. franç. Électr. 1926, S. 1246.

36 Vgl. G. Frühauf, Ausgleichsvorgänge in Transformatorenwicklungen beim Auftreten von Wanderwellen, Internat. Elektrizitätskongreß Paris 1932, Sekt. 3.

Betriebs- und Versuchsergebnisse mit den neuen Niederspannungs-Maschennetzen der Berliner Städtische Elektrizitätswerke Akt.-Ges. (BEWAG)*.

Von Dr.-Ing. **Erich Krohne**, Berlin.

Übersicht. Eine Reihe technischer und wirtschaftlicher Vorteile, die angegeben werden, veranlaßte die BEWAG im Jahre 1930, drei Niederspannungs-Drehstromnetze der Innenstadt zu vermaschen. Die technische Ausrüstung sowie die Betriebsdaten dieser Maschennetze werden kurz beschrieben. Ausführlich wird über die bisher gewonnenen Betriebserfahrungen und über die Ergebnisse der umfangreichen Versuche an den Betriebsnetzen selbst sowie an zwei Modellen berichtet. Abschließend werden die weiteren Projekte und Aufgaben behandelt.

Da zum Verständnis der in den BEWAG-Maschennetzen[1] gesammelten Betriebs- und Versuchserfahrungen eine Kenntnis der Berliner Stromversorgungssysteme, ferner der erwarteten technischen und wirtschaftlichen Vorteile der Vermaschung sowie der Ausrüstung der Netze erforderlich ist, soll zuerst kurz auf diese Punkte eingegangen werden.

1. BEWAG-Stromversorgungssysteme.

In der Abb. 1 ist links das vorhandene Stromversorgungssystem der BEWAG dargestellt. Die Energie wird von der Sammelschiene der Kraftquellen über das 30 kV-Netz den Abspannwerken in der Stadt zugeführt, dort auf 6 kV heruntergespannt und dann über das 6 kV-Netz zu den Umformwerken bzw. zu den 6 kV-Stützpunkten geleitet. Von den Stützpunkten aus gehen die 6 kV-Ringleitungen ab, die zur Speisung der Netzstationen dienen. Nachdem die Energie in diesen Stationen auf Niederspannung umgespannt ist, wird sie direkt dem Niederspannungsnetz zugeführt. Dieses Netz heißt, da es mit drei Spannungen, nämlich mit 30 kV, 6 kV und mit Niederspannung von 380 bzw. 220 V betrieben wird, Dreispannungsnetz. Wenn auch bereits die „Richtlinien zum Ausbau der elektrischen Anlagen der Bewag vom Jahre 1926" eine Vermaschung des Niederspannungsnetzes vorsahen, so konnte dieser Beschluß nicht sofort in die Tat umgesetzt werden, weil damals die technischen Mittel noch fehlten. Die Kabel, die jeden Häuserblock auf allen Seiten umgeben, konnten deswegen nur an einigen Straßenkreuzungen miteinander verbunden werden, waren also nur teilweise vermascht. Erst im vorigen Baujahr ist die BEWAG in drei Netzen zur Durchschaltung an allen Stellen und damit zur vollkommenen Vermaschung übergegangen.

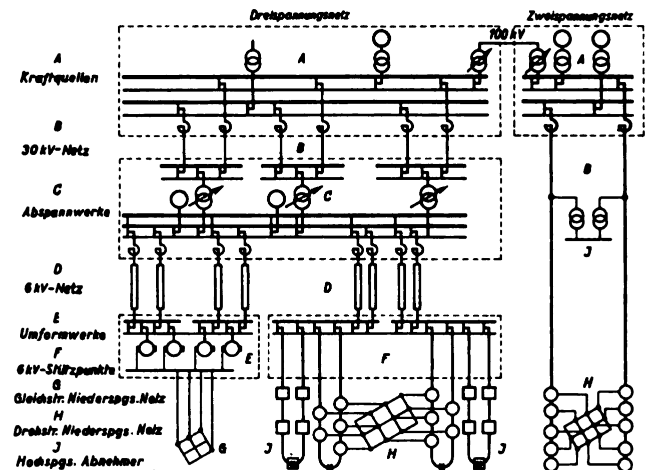


Abb. 1. Drei- und Zweispannungsnetz für hohe Verbrauchsdichte.

In dem Maße, wie sich die Niederspannungsnetze in Zukunft zu betriebsicheren Maschennetzen weiter ausbauen lassen und Erweiterungen auf der Hochvoltseite erforderlich sind, kann eine bedeutende Netzvereinfachung vorgenommen werden, indem das rechts in der Abb. 1 dargestellte Zweispannungsnetz eingeführt wird. Dieses Netz heißt Zweispannungsnetz, weil nur noch die beiden Spannungen 30 kV und Niederspannung vorhanden sind. Die Energie wird von den Kraftquellen direkt über das 30 kV-Netz den Netzstationen zugeführt. Die Abspannwerke, das 6 kV-Netz und die Stützpunkte werden gespart.

2. Technische und wirtschaftliche Vorteile von Niederspannungs-Maschennetzen.

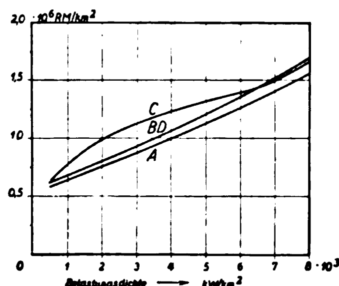
Die technischen Vorteile, die die BEWAG sich von der Vermaschung im Vergleich zum Strahlennetzbetrieb verspricht, sind folgende:

---

* Gekürzte Wiedergabe des am 29. IX. 1931 im Elektrotechnischen Verein gehaltenen Vortrages. Die Besprechung folgt in einem der nächsten Hefte.

1 Vgl. a. Wittich, ETZ 1929, S. 1262.

a) Verbesserung der Spannungshaltung,
b) gleichmäßigere Belastung der Betriebsmittel, daher höhere Ausnutzung und kleinere Reserve,
c) leichte Abschaltmöglichkeit von Betriebsmitteln bei geringer Last, Ersparnis an Leerlaufverlusten,
d) Anschlußmöglichkeit großer Einzelbelastungen (Motoren) ohne störende Spannungschwankungen,
e) Vergrößerung der Betriebsicherheit bei Ausfall von Betriebsmitteln,
f) einfache Wiederinbetriebnahme nach vollkommenen Netzzusammenbrüchen im Gegensatz zum Gleichstrombetrieb.



A Maschennetz
B Strahlennetz mit Vermaschungsmöglichkeit
C Strahlennetz ohne Vermaschungsmöglichkeit
D teilweise vermaschtes Netz

Abb. 2. Kostenvergleich für verschiedene Niederspannungsnetze.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Vermaschung veranschaulicht die Abb. 2. Sie zeigt einen Kostenvergleich für verschiedene Niederspannungsnetze, wobei jedesmal ein Betrieb als Dreispannungsnetz vorausgesetzt ist. In Abhängigkeit von der Belastungsdichte (kW/km²) sind die Gesamtanlagekosten je km² für das Niederspannungsnetz, die Netzstationen und das 6 kV-Netz vom Stützpunkt ab angegeben. Die übrigen Anlagekosten sind nicht mitaufgeführt, weil sie in allen Fällen in gleicher Höhe auftreten.

Die durch die Kostenkurve zum Ausdruck gebrachte Überlegenheit des Maschennetzes wurde lediglich auf Grund einer allgemeinen Gegenüberstellung der verschiedenen Netzbetriebsformen festgestellt. Tatsächlich wirkt sich aber gerade bei dem jetzigen Übergang vom teilweise vermaschten zum vollvermaschten System der Einfluß der Verschiedenartigkeit der Netzbelastung in der Praxis gegenüber den rechnerischen Annahmen noch weiter zugunsten der Vollvermaschung aus.

Noch stärker als im Dreispannungsnetz tritt die wirtschaftliche Bedeutung der Vermaschung beim Zweispannungsnetz in Erscheinung. An Hand eines ausführlichen Projektes für das Versorgungsgebiet Charlottenburg im Jahre 1940 hat die BEWAG die Kosten ermittelt, die aufzuwenden sind, wenn einmal das vorhandene Dreispannungssystem erweitert und das andere Mal ein neues Zweispannungsnetz soweit überlagert wird, wie die vorhandenen Dreispannungsnetz-Anlagen nicht mehr leistungsfähig sind, um die Last bis etwa 1940 zu übernehmen. Die Kosten betragen 16 Mill bzw. 12 Mill RM und die Ersparnis durch Einführung des Zweispannungsnetzes demnach 4 Mill RM. In der Tatsache, daß das geplante Zweispannungsnetz ohne Netzvermaschung auf der Niederspannungseite nicht möglich wäre, und demnach auch ohne diese Maßnahme die genannten Ersparnisse nicht erzielt werden könnten, ist die große Bedeutung der Netzvermaschung in der Zukunft begründet. Die BEWAG will deswegen bereits im Jahre 1932 mit dem Bau des Zweispannungsnetzes in Charlottenburg beginnen.

3. Technische Ausrüstung der Maschennetze[2].

Wenn trotz der großen Vorteile die Vermaschung erst jetzt durchgeführt wird, so liegt das daran, daß die einwandfreie technische Ausrüstung der Netzstationen besonders auf der Niederspannungseite anfangs große Schwierigkeiten bereitete und außerdem die Sicherungsfrage viel Kopfzerbrechen verursachte. Auf Grund mehrjähriger Entwicklungsarbeit rüstet die BEWAG ihre Maschennetze jetzt auf folgende Weise aus.

a) Stationen.

Abb. 3 zeigt das normale Schaltbild einer Dreispannungsnetz-Station für 6/0,38 kV. Abweichend von der bisherigen Gepflogenheit ist der Transformator auf der Hochvoltseite nicht mehr durch Maximalschutz geschützt, weil dieser leicht zu Netzzusammenbrüchen Veranlassung geben kann, sondern nur durch Buchholz- und Wärmerelais. Das Buchholz-Relais ist der Fehlerschutz, das Wärmerelais schützt gegen langdauernde Überlastungen. Sonst ist die Schaltung auf der Hochvoltseite normal.

Eigens für den vermaschten Betrieb wurde der Maschennetzschalter auf der Niederspannungseite entwickelt. Dieser Schalter schaltet die Station vom Niederspannungsnetz dann, und nur dann ab, wenn Rückleistung vom Niederspannungsnetz auftritt. Dieser Fall kann bei Schäden im Hochspannungskabel oder im Transformator eintreten oder aber dann, wenn planmäßig zur Ersparnis von Leerlaufverlusten das Hochspannungskabel abgeschaltet wird. Er schaltet selbsttätig bei wiederkehrender Spannung zu, wenn die Phasenreihenfolge richtig und die Spannung auf der Niederspannungseite des Transformators ein wenig höher als im Netz ist. Für den Fall, daß bei schweren Schäden die Relaissätze am Rückwattschalter versagen, ist noch eine träge Sicherung genügender Abschaltleistung vorgesehen.

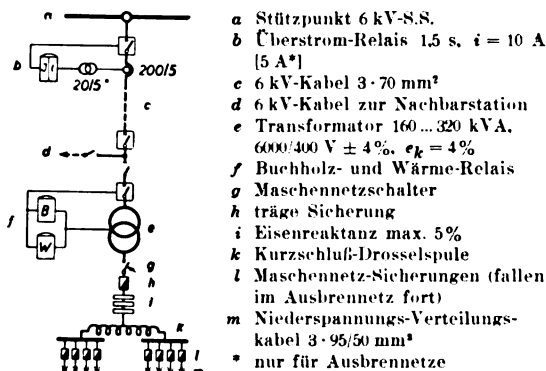


Abb. 3. Schaltbild einer Netzstation, 6/0,38 kV im Dreispannungsnetz.

Um einen Transformator, der sich im Maschennetz zu stark belastet, zugunsten anderer in der Nachbarschaft befindlicher, schwach belasteter Transformatoren zu entlasten, sind Eisenreaktanzen entwickelt worden, die aus geschichteten Blechen bestehen und keine Wicklung tragen. Durch das Überschieben eines oder mehrerer solcher Pakete über die Niederspannungsleitungen wird die Reaktanz des Transformators erhöht und damit die gewünschte Entlastung erreicht. Auf diese einfache Weise kann in vielen Fällen der Neubau einer Station noch einige Zeit hinausgeschoben werden.

Zur Begrenzung der Kurzschlußströme in den vermaschten 380 V-Netzen auf rd. 18 000 A sind Luftdrosselspulen entwickelt, die so geschaltet sind, daß in der Mitte der Transformator und an den beiden Enden je vier der acht an einem Straßenkreuz zusammenlaufenden Kabel angreifen. Durch diese Schaltung wird erreicht, daß im Normalbetrieb praktisch kein Spannungsabfall auftritt, weil die Ströme in beiden Spulenhälften entgegengesetzt gerichtet sind, während im Kurzschlußfall alle Ströme die Spulen im gleichen Sinne durchlaufen, die Spulen also strombegrenzend wirken können.

Eine Reihe von Stationen sind mit neu entwickelten Maschennetz-Sicherungen ausgerüstet, in anderen sind die Sicherungen fortgelassen, weil das Kabelausbrennverfahren zur Anwendung gelangt. In bezug auf weitere Einzelheiten der neuen Apparate sei auf die angeführten Literaturstellen verwiesen.

b) Sicherungsfrage.

Es wurde bereits erwähnt, daß die Frage der Absicherung der Maschennetze anfänglich ganz besondere Schwierigkeiten bereitete. Deswegen soll auf diesen Punkt noch etwas eingegangen werden.

Tritt ein Kurzschluß im Maschennetz auf, so kann die Energie auf vielen Wegen der Fehlerstelle zufließen. Das bedingt, daß der resultierende Widerstand der gesamten Kurzschlußbahn klein und damit der Fehlerstrom groß wird. Die Abb. 4 zeigt die Größe und Verteilung der Kurzschlußströme für die ungünstigste Lage des Fehlers und für höchste Belastungsdichte. Besonders bemerkenswert ist, daß in den dem gestörten Abschnitt benachbarten Kabelstrecken die Stromstärke verhältnismäßig rasch abnimmt. Diese Tatsache ist besonders wichtig für die Sicherungen, auf die gleich noch näher eingegangen werden soll. Ferner geht daraus hervor, daß die Schaffung vieler kleiner, wenig ausgedehnter Maschennetze leider kein Mittel bietet, die Kurzschlußbeanspruchung erheblich zu mindern.

[2] Rehmer u. Krohne, Elektr.-Wirtsch. Bd. 29, S. 36 (1930). — Besold u. Müller, ETZ 1930, S. 953. — Mestermann, VDE-Fachberichte 1931, S. 78. — Schleicher u. Reinarz, AEG-Mitt. 1931, S. 594.

Um einen gestörten Leitungsabschnitt schnell aus dem Netz herauszutrennen und damit die Rückwirkung des Fehlers auf das gesamte System zu beseitigen, könnte man Schaltapparate in die einzelnen Kabel an den Kreuzungspunkten einbauen. Sie müßten zur Gewährleistung eines einwandfreien Betriebes folgenden drei Bedingungen genügen:

1. Sie müßten der maximal auftretenden Kurzschlußstromstärke gewachsen sein;
2. sie müßten selektiv sowohl bei Winter-, Sommer- wie bei Tages- und Nachtlast arbeiten, d. h. sie dürften nur die Fehlerstelle selbst abschalten;
3. ihre Abmessungen dürften nur so groß sein, daß die Apparate noch in den Verteilungskästen unterzubringen sind.

Die Industrie war zu der Zeit, als die BEWAG das erstemal mit diesen für ihre Verhältnisse genau formulierten drei Bedingungen herauskam, in der Lage, selbsttätige Schalter zu bauen, die die beiden ersten Bedingungen erfüllten, jedoch waren diese Apparate so teuer und erforderten so viel Raum, daß ihre Verwendung aus wirtschaftlichen Gründen vollkommen unmöglich war. Entsprechende Sicherungen gab es zu der Zeit überhaupt noch nicht, ja es wurde behauptet, die Konstruktion einer solchen Sicherung sei physikalisch unmöglich.

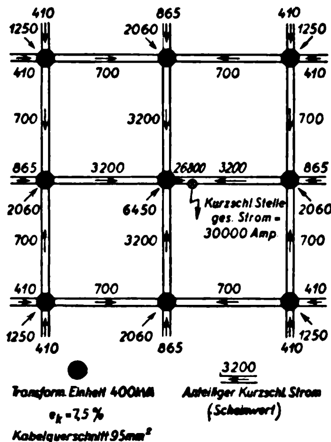


Abb. 4. Kurzschlußströme im Niederspannungs-Maschennetz.

Da mit Schaltern und Sicherungen damals die Lösung des Problems nicht zu finden war, versuchte die BEWAG es mit der dritten Möglichkeit, die Herr Dr. R e h m e r und der Verfasser Anfang 1929 bei den Amerikanern mit Erfolg angewendet sahen. Diese Methode besteht darin, den Fehler auszubrennen und so gewissermaßen das Kabel selbst als Schaltapparat zu benutzen. Unter Hinweis auf die Veröffentlichungen[3] soll an dieser Stelle nur ganz kurz das Ergebnis der zahlreichen Ausbrennversuche, die die BEWAG zur Prüfung dieses Verfahrens ausführte, an Hand der Zahlentafel 1 mitgeteilt werden.

Z a h l e n t a f e l 1. Kabelausbrennversuche.

Art der Verlegung		Luft		BEWAG		Eisenrohr		Postrohr		Fiberrohr		
Stromstärke		< 18 000 A	> 18 000 A	< 18 000 A	> 18 000 A	< 18 000 A	> 18 000 A	< 18 000 A	> 18 000 A	< 18 000 A	> 18 000 A	
Normales Gürtelkabel	E											77/14*
	K	3	0/2*	26	24/9*	14		5	5/3*			
Einleiterkabel	E	2						2			7	21/12*
	K	1						0/4*			9/8*	
Spezialkabel (Vogel) armiert	E						1					49/8*
	K		6		21		4		0/2*		4	
Spezialkabel (Vogel) halbarm.	E	1						1				
	K	1	1		4		1/4*	2/1*			2/1*	
Spezialkabel (N.D.K.W.) armiert	E											25/7*
	K		3		6		2/3*				2/1*	
Spezialkabel (N.D.K.W.) halbarm.	E										2	
	K				5		2				3/3*	
Insgesamt		8	10/2*	26	60/9*	14	10/7*	10/5*	5/5*		29/13*	
		18/2*		86/9*		24/7*		15/10*		29/13*		172/41*

E 1- oder 2phasiger Erdschluß. *K* 2- oder 3phasiger Kurzschluß.
* Fehler wurde abgeschaltet.

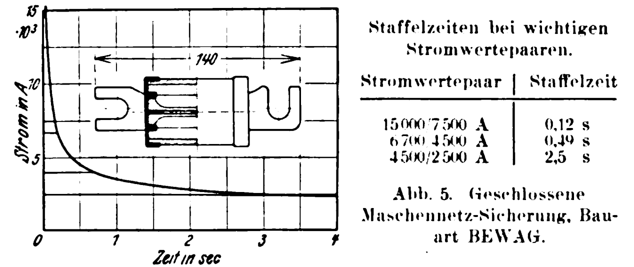
Es wurden normale Gürtelkabel, Einleiterkabel, armierte und halbarmierte Spezialkabel untersucht, die in Luft, nach BEWAG-Verlegung in Sand mit Abdecksteinen, in Eisen-, in Post- oder in Fiberrohr verlegt waren. Die Fehler wurden als ein- oder zweiphasige Erdschlüsse oder als zwei- oder dreiphasige Kurzschlüsse eingeleitet. Die durch einen Stern gekennzeichneten Zahlen der Zahlentafel 1 geben die Versuche an, wo der Fehler nach 10 s von Hand abgeschaltet werden mußte. Die häufigsten Fehler, nämlich die Erdschlüsse, brannten stets aus. Ferner konnten alle Erdschlüsse bei einer Stromstärke kleiner als 18 000 A ebenfalls einwandfrei geklärt werden. Mit Rücksicht darauf sind die obenerwähnten Strombegrenzungs-Drosselspulen eingeführt. Werden in Zukunft die neu entwickelten Spezialkabel verwendet, so wird das Ausbrennverfahren auch bei den höchsten Stromstärken funktionieren. Die Ausbrenndauer beträgt höchstens 3 s, meistens jedoch nur einige Perioden. Die in Zahlentafel 1 aufgeführten Versuche wurden alle bei einer Spannung von 380 V durchgeführt.

In der letzten Zeit wurde noch eine Reihe von ergänzenden Versuchen besonders für 220 V-Netze erledigt, wobei sich herausstellte, daß bei dieser Spannung das Ausbrennen noch wesentlich besser erfolgt, und daß insbesondere die 18 000 A-Grenze nicht besteht. Die Kabel brennen bis zu den höchsten im BEWAG-Netz auftretenden Strömen von rd. 30 000 A einwandfrei aus. Drosselspulen sind in den 220 V-Netzen demnach nicht erforderlich.

Ferner wurden, veranlaßt durch Bedenken, die besonders von holländischer Seite gegen das Ausbrennverfahren ausgesprochen wurden, Untersuchungen angestellt, ob an der Oberfläche über einer im Boden liegenden Ausbrennstelle gefährliche Schrittspannungen zu erwarten sind. Die Versuche wurden so durchgeführt, daß zwei Kabelenden in 1 m Abstand in sehr feuchtes Erdreich gelegt wurden. Dann wurde das eine Ende mit Phase *u* und das andere mit Phase *v* einer Wechselstromquelle verbunden, so daß ein Doppelerdschluß vorgetäuscht war. Die Spannungen wurden mit einem Röhrenvoltmeter gemessen. Obwohl dieser Fall viel ungünstiger angenommen ist als er in der Praxis im allgemeinen vorkommt, traten nur recht ungefährliche Schrittspannungen auf, nämlich bei einer Verlegungstiefe der Kabel von 25 cm unter Erdoberfläche 60 V/m, bei 50 cm 40 V/m und bei 60 cm 25 V/m. Diese Werte sind natürlich etwas abhängig von der Bodenbeschaffenheit.

Auf Grund dieser sehr befriedigenden Versuche konnte die BEWAG das Ausbrennverfahren in der Praxis anwenden, was auch tatsächlich in der Zwischenzeit geschehen ist. Das letzte Hindernis für die Vermaschung war beseitigt.

Da der Betrieb jedoch, solange keine Betriebserfahrungen vorlagen, noch nicht völlig davon überzeugt war, daß die Auswirkungen nach außen bei einem nach dem Ausbrennverfahren geschützten Netz nicht stärker als bei einem gesicherten Netz sind, ging die BEWAG zu Beginn des Jahres 1930 an die Aufgabe, auch eine Maschennetz-Sicherung zu entwickeln. Das Ergebnis dieser interessanten Entwicklungsarbeit ist die in Abb. 5 dargestellte Sicherung[4].



Staffelzeiten bei wichtigen Stromwertepaaren.

Stromwertepaar	Staffelzeit
15 000/7 500 A	0,12 s
6 700/4 500 A	0,49 s
4 500/2 500 A	2,5 s

Abb. 5. Geschlossene Maschennetz-Sicherung, Bauart BEWAG.

Die Sicherung besteht aus einem unterteilten Schmelzleiter aus Kupfer. In der Mitte enthält die Sicherung ein Distanzstück für Montagezwecke, das der Länge nach durchbohrt ist. In dieser Bohrung befindet sich der Kenndraht. Schmelzleiter und Distanzstück sind in Chamotte gebettet und mit einer Hülle aus Preßspan ummantelt. Seitlich erfolgt der Abschluß durch zwei Metallkappen. Durch die Wahl und Abstimmung des Materials gegeneinander sowie durch die Formgebung des Streifens konnte eine hohe Trägheit entsprechend der gezeichneten Charakteristik erzielt werden. Die Staffelzeit, die bei den wichtigsten in Abb. 5 dargestellten Stromwertepaaren erhalten wird, ist ausreichend, um ein selektives Arbeiten der Sicherung zu gewährleisten. Die Sicherung beherrscht eine Stromstärke von 22 000 A bei einer Abschaltspannung von 400 V und einem cos φ von 0,5 induktiv einwandfrei. Die Baulänge von 140 mm ermöglicht es, die Sicherung in die vorhandenen Kästen einzubauen. Es ist so ein zweites Mittel geschaffen, um einen brauchbaren

[3] Vortrag K r o h n e im Elektrotechnischen Verein am 20. V. 1930. — F r e i b e r g e r, Elektr.-Wirtsch. Bd. 29, S. 282 (1930). — S e g a l l, Rev. gen. Électr. Bd. 29, S. 693 (1930).

[4] Vgl. F r e i b e r g e r, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 651 (1931).

Kabelschutz für den Maschennetzbetrieb zu erhalten. Einige Netze sind bereits mit solchen Sicherungen ausgerüstet.

4. In Betrieb befindliche Netze.

Nachdem so alle erforderlichen Vorarbeiten zufriedenstellend beendet waren, konnte die BEWAG im vorigen Baujahr darangehen, drei Dreispannungsnetze zu vermaschen. Es sind das die Netze Humboldt, Wilhelmshavener Straße und Karlsbad. Die Betriebsdaten sind der Zahlentafel 2 zu entnehmen. Leider lassen sich in Berlin wegen der unregelmäßigen Straßenanordnung nicht solche schöngeformten Netze ausbilden wie in Amerika. Ein Beispiel dafür bietet der Netzplan vom Bezirk Karlsbad, Abb. 6.

Zahlentafel 2. Betriebsdaten für Niederspannungs-Maschennetze der Bewag.

Niederspannungs-Maschennetz		Humboldt	Wilhelmshavener Straße	Karlsbad
Spannung	V	380/220	380/220	380/220
Fläche	km^2	4	4.5	2.2
Belastung 1930	kW	5630	3600	4000
Stationszahl		28	26	18
installierte Leistung	kVA	7990	5930	6300
Anzahl der 6 kV-Strahlen		8	8	4
Kabellänge im Niederspgs.-Netz	km	70	44	35
Schutz des Niederspannungs-Netzes		Ausbrennverfahren	Sicherungen	Sicherungen

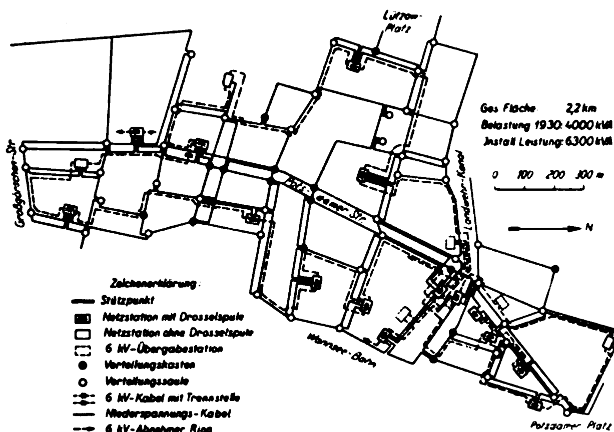


Abb. 6. Niederspannungs-Maschennetz Karlsbad.

5. Betriebserfahrungen.

Die drei neuen Maschennetze sind seit April vorigen Jahres in Betrieb. Erhebliche Schwierigkeiten sind bisher nicht aufgetreten. Die wenigen besonderen Vorkommnisse, die sich im normalen Betrieb ereignet haben, sind folgende.

a) Allgemeines.

Die Vollvermaschung wurde schrittweise durchgeführt, indem zunächst eine Reihe von Teilnetzen in den drei genannten Netzbezirken mit den neuen Apparaten ausgerüstet und in sich vermascht und dann diese Teilnetze an den Berührungsstellen untereinander verbunden wurden. Beim endgültigen Zusammenschluß der Netze überwachte der Betrieb sorgfältig die Kabel- und Transformatorenbelastungen. Es konnte jedoch keine nennenswerte durch die Vermaschung hervorgerufene Lastverschiebung festgestellt werden. Die größte beobachtete zusätzliche Belastung betrug 15 %, ein Zeichen dafür, daß die Vermaschung ohne Veränderung des Kabelnetzes und ohne Transformatorenumstellung durchgeführt werden kann, wenn die Transformatoren im Strahlennetz einigermaßen richtig angeordnet sind. Außerdem mußte streng darauf geachtet werden, daß alle Transformatorenanzapfungen gleich waren. In einem Falle war trotzdem ein Transformator falsch angezapft. Die Folge war ein dauerndes Pumpen des Rückwattschalters.

Die Spannung konnte verschiedentlich nennenswert gebessert werden. So stieg z. B. im Netz Karlsbad an einer Stelle die Spannung von 208 auf 215 V. Man hatte schon geplant, dort eine neue Netzstation zu errichten, weil der Fahrstuhlbetrieb empfindlich gestört wurde. Der Bau dieser Station ist nun unterblieben.

Von der Möglichkeit, einzelne Stränge zu Zeiten schwacher Belastung abzuschalten, wurde bisher noch kein Gebrauch gemacht, weil die Zahl der Hochspannungstränge noch zu gering ist.

b) Rückwattschalter.

Die Rückwattschalter waren die einzigen Apparate des Netzes, die anfangs im Betrieb etwas größere Schwierigkeiten bereiteten. Die aufgetretenen Fehler waren nicht prinzipieller Natur, sondern fast ausnahmslos auf nicht ganz einwandfreie Werkstattmontage zurückzuführen. Schlecht angezogene oder ungesicherte Schrauben, Mängel an den Hilfskontakten, den Motorkupplungen und Schaltschützen sowie lose Vorschaltlampen haben in neun Fällen zum Versagen, d. h. meistens zum Pumpen der Rückwattschalter geführt. Vereinzelt konnte der Fehler rechtzeitig bemerkt werden, bevor größerer Schaden verursacht wurde. Wie unangenehm solch ein Versager dieser selbsttätigen Schalter sich auswirken kann, zeigt ein Vorkommnis, wo der ganze Stationsraum bereits verqualmt war, als die Wache eintraf.

Diese Vorfälle gaben Veranlassung, durch die Lieferfirmen die bereits im Betrieb befindlichen Schalter nochmals durchsehen zu lassen, wobei etwa 20 ähnliche Fehler festgestellt wurden. Jetzt ist die Fabrikationsüberwachung einwandfrei, außerdem wird jeder Schalter vor der Inbetriebnahme untersucht und im Betrieb monatlich kontrolliert. Zur Durchführung dieser Revision sind für je 300 ... 400 Rückwattschalter ein Spezialmonteur und außerdem für sämtliche Schalter noch ein Spezialtechniker erforderlich.

Die empfindlichen Rückwattrelais haben verhältnismäßig gut gearbeitet. Auf staubdichte Kapselung ist unbedingt zu achten. Damit die Relais, die nur ein geringes Drehmoment besitzen, arbeitsfähig bleiben, ist es gut, wenn die Schalter wenigstens 15 Schaltungen im Monat ausführen.

Vorgesehen ist auf der Relaistafel die nachträgliche Anbringung eines Pumprelais, das bei dauerndem Ein- und Ausschalten den Schalter außer Betrieb setzt. Da fast alle Defekte bisher ein Pumpen zur Folge hatten, sollen bei Neubestellungen diese Relais sofort mitgeliefert werden.

Die Zahl der Schaltungen wird durch Zähler registriert. Im allgemeinen schalteten die Schalter überhaupt nicht, nur im Netz Humboldt wurden an fünf benachbarten Schaltern zwischen 16 und 26 Schaltungen in einem Monat festgestellt. Die Ursache konnte noch nicht ermittelt werden. In einer Station des neu in Vermaschung befindlichen Neuköllner Netzes schaltete ein Schalter 935-mal in 35 Tagen. Hier konnte der Schalter durch Verringerung der Empfindlichkeit der Differenzspannungsspule von 0,5 auf 1,5 V zum einwandfreien Arbeiten gebracht werden.

Auf Grund des augenblicklichen Betriebszustandes ist mit Sicherheit zu erwarten, daß die geschilderten Fehler nur Kinderkrankheiten waren, die in Zukunft nicht mehr in ähnlichem Umfange auftreten werden.

c) Sicherungen und Ausbrennverfahren.

Von besonderem Interesse dürften die Erfahrungen mit dem Sicherungs- und Ausbrennverfahren im praktischen Betrieb sein. Im Sommer ging bei einem rheinischen Elektrizitätswerk das Gerücht um, die neuen Maschennetze der BEWAG seien durch starke Ausbrennungen schwer gestört. An dem ist kein wahres Wort. Tatsache ist, daß noch keine natürlichen Kabelfehler aufgetreten sind und daß deswegen über Betriebserfahrungen noch nicht berichtet werden kann. Im Ausbrennnetz Prenzlauer Allee wäre es allerdings möglich, daß bereits Fehler erfolgreich abgeschaltet sind, obwohl der Betrieb keine Kenntnis davon hat, weil eine solche Abschaltung nicht immer von einer Stromunterbrechung begleitet sein muß.

Ob in Zukunft dem Ausbrenn- oder dem Sicherungsverfahren der Vorzug zu geben ist, kann erst auf Grund längerer Betriebserfahrungen entschieden werden. Einige Fälle im Betrieb sowie daraufhin vorgenommene Versuche der letzten beiden Monate lassen es sogar geraten erscheinen, beide Verfahren zu kombinieren, etwa derart, daß die von den Netzstationen abgehenden Kabel Sicherungen erhalten, dagegen die Verteilungskästen mit Überbrückungstücken ausgerüstet werden. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß bei Stromstärken bis zu etwa 15 000 A das Ausbrennverfahren schneller arbeitet als die Sicherung. Bei höheren Stromstärken ist es umgekehrt. Da aber in der Nähe der vorläufig noch sehr zahlreichen Abzweigkästen nur verhältnismäßig kleine Stromstärken auftreten können, hat es voraussichtlich keinen Zweck, Sicherungen zu verwenden, weil das Kabel durchbrennt, bevor die Sicherung anspricht. *(Schluß folgt.)*

Bemerkungen zum Entwurf von Eisendrosselspulen.

Von Ing. **J. Hak**, Paris.

Übersicht. Die drei Probleme: die billigste Spule, die wirtschaftlichste Spule und die Spule mit der größten Zeitkonstante, führen auf eine einzige charakteristische Funktion. Die mathematische Behandlung dieser Funktion löst sämtliche Fragen, die für den Entwurf wichtig sind. Es werden Kurven bzw. Kurventafeln wiedergegeben, welche gestatten, die günstigste Spulenform sowie die Verschlechterung bei Abweichungen von derselben zu bestimmen.

Der Entwurf von Eisendrosseln und die Bestimmung der günstigsten Spulenform wurden beispielsweise von Ytterberg[1] und von Emde[2] behandelt. Wenn auch besonders in der Arbeit von Emde die verschiedenen Beziehungen in sehr klarer Weise dargestellt und das Problem der Spule mit der größten Zeitkonstante restlos gelöst wird, wollen wir doch versuchen, den Gegenstand nochmals zu untersuchen und eine Lösung der drei Probleme: billigste Spule, Spule mit der größten Zeitkonstante, wirtschaftlichste Spule, in einfachster Weise zu geben. Es wird sich zeigen, daß alle drei Probleme auf eine einzige charakteristische Funktion führen, deren mathematische Behandlung eine übersichtliche Lösung ergibt und als ein Behelf zum Entwurf benutzt werden kann.

Abb. 1. Bezeichnungen: *a*) quadratischer, *b*) kreuzförmiger Kernquerschnitt.

Um mit möglichst kleiner Anzahl von Größen zu arbeiten, gehen wir direkt von den bekannten Gleichungen

$$L = 4\pi \frac{a^2}{b} n^2 \cdot 10^{-9} \text{ Henry} \tag{1}$$

$$n I \sqrt{2} = \frac{b B}{0{,}4\pi} \text{ Amp.} \tag{2}$$

$$n = 2 g h f_k \frac{s}{I} \tag{3}$$

aus, in welchen bedeuten: L die Induktivität in Henry, a die Seite des quadratischen Kern- und Spaltquerschnitts in cm (Streuung vernachlässigt), $2g$ und h die Fensterabmessungen in cm (Abb. 1 a), I den Strom, B die Induktion im Spalt, f_k den auf $2gh$ bezogenen Kupferfüllfaktor, s die Kupferbelastung in A/cm². Außerdem ist

$$b = b' + \frac{l_e}{\mu f_e},$$

wobei b' die Summe aller Spaltbreiten, l_e die Eisenlänge $= 2(2a + 2g + h)$, f_e der Eisenfüllfaktor und μ die Permeabilität ist.

Bei gegebenen bzw. angenommenen Werten von L, I, B, s, f_e und f_k steht die Wahl von 5 Größen, a, b, g, h und n, zur Verfügung; durch Verwendung von Gl. (2) und (3) wird ihre Anzahl zu 3 vermindert. Scheiden wir n und b aus, so verbleiben a, g und h, welche durch Gl. (1) untereinander verbunden sind. Führen wir zwei Abmessungsverhältnisse $\gamma = g/a$ und $\chi = h/a$ ein, so verfügen wir zum Schluß über zwei unabhängige Variable γ und χ. Diese so getroffene Wahl der unabhängigen Variablen ist natürlich beliebig; wir könnten zu derselben Lösung der gestellten Probleme mit ganz anderen Variablen, z. B. dem Verhältnis zwischen Eisen- und Kupferquerschnitt und dem Verhältnis b'/a usw. gelangen.

Vernachlässigt man den Unterschied, der zwischen dem Joch- und Kernquerschnitt vorkommen kann, vernachlässigt man auch die Abrundung der Wicklung, so gilt für die Eisen- (Index e) und Kupfer (Index k)-Inhalte:

$$V_e = a^2 \cdot 2(2a + 2g + h) \text{ in cm}^3 \tag{4}$$

$$V_k = 4(a + g) \cdot 2gh \text{ in cm}^3. \tag{5}$$

Sind p die Preise für 1 kg der fertigen Spulenteile und σ die spez. Gewichte in kg/cm³, so gilt für den Preis P der Spule

$$P = p_e \sigma_e f_e V_e + p_k \sigma_k f_k V_k$$
$$= 2a^3 p_k \sigma_k f_k [k_1(2 + 2\gamma + \chi) + 4(1+\gamma)\gamma\chi] \tag{6}$$

mit

$$k_1 = \frac{p_e \sigma_e f_e}{p_k \sigma_k f_k}. \tag{7}$$

Führt man die aus Gl. (2) und (3) berechneten Werte von b und n in Gl. (1) ein, so ergibt sich sofort

$$a^2 = \frac{L I^2 \cdot 10^8}{\sqrt{2} B f_k s} \frac{1}{gh}$$

oder

$$a = \sqrt[4]{\frac{L I^2 \cdot 10^8}{\sqrt{2} B f_k s} \frac{1}{\gamma\chi}}, \tag{8}$$

so daß man für P schreiben kann

$$P = \left(\frac{L I^2 \cdot 10^8}{\sqrt{2} B f_k s}\right)^{3/4} 2 p_k \sigma_k f_k \Psi(k_1), \tag{9}$$

wobei $\Psi(k_1)$ die Funktion

$$\Psi(k_1) = [k_1(2 + 2\gamma + \chi) + 4(1+\gamma)\gamma\chi](\gamma\chi)^{-3/4} \tag{10}$$

bedeutet.

Bezeichnet man mit $c_e B^2$ die Eisenverluste in W/cm³, mit ϱ den spez. Kupferwiderstand in Ω m/mm², so sind die Eisen- und Kupferverluste durch

$$Q_e = c_e B^2 V_e \frac{1}{f_e} \text{ in Watt} \tag{11}$$

$$Q_k = \varrho s^2 V_k f_k \cdot 10^{-4} \text{ in Watt} \tag{12}$$

ausgedrückt. Für die Zeitkonstante

$$T = \frac{L I^2}{Q_e + Q_k} \tag{13}$$

können wir mit Benutzung von Gl. (4), (5) und (8) setzen:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{L I^2}\left[c_e B^2 \frac{1}{f_e} 2a^3(2 + 2\gamma + \chi) + \varrho f_k s^2 \cdot 10^{-4} \cdot 4a^3(1+\gamma) \cdot 2\gamma\chi\right] = \left(\frac{L I^2 \cdot 10^8}{\sqrt{2} B f_k s}\right)^{3/4} \frac{2\varrho f_k s^2 \cdot 10^{-4}}{L I^2} \Psi(k_2), \tag{14}$$

wobei Ψ dieselbe Funktion von γ und χ bedeutet wie in Gl. (9) und (10), jedoch mit

$$k_2 = \frac{c_e B^2 \cdot 10^4}{\varrho f_e f_k s^2} \tag{15}$$

an Stelle von k_1.

Bezeichnen wir endlich mit λ die Kapitalkosten in 1/1 und mit $\varkappa$ den Preis einer verlorenen kWh mal der jährlichen Belastungstundenzahl, so ergeben sich die jährlichen Gesamtkosten S zu

$$S = \lambda P + \varkappa(Q_e + Q_h) \cdot 10^{-3} = \lambda P + \varkappa \frac{L I^2}{T} \cdot 10^{-3}$$
$$= \left(\frac{L I^2 \cdot 10^8}{\sqrt{2} B f_k s}\right)^{3/4} \cdot 2[\lambda p_k \sigma_k f_k \Psi(k_1) + \varkappa \varrho f_k s^2 \cdot 10^{-7} \Psi(k_2)]$$
$$= \left(\frac{L I^2 \cdot 10^8}{\sqrt{2} B f_k s}\right)^{3/4} \cdot 2(\lambda p_k \varrho_k f_k + \varkappa \varrho f_k s^2 \cdot 10^{-7}) \Psi(k_3), \tag{16}$$

wobei $\Psi(k_3)$ wiederum die Funktion (10) mit

$$k_3 = \frac{\lambda p_k \sigma_k k_1 + \varkappa \varrho s^2 \cdot 10^{-7} k_2}{\lambda p_k \sigma_k + \varkappa \varrho s^2 \cdot 10^{-7}} = \frac{k_1 + \dfrac{\varkappa \varrho s^2 \cdot 10^{-7}}{\lambda p_k \sigma_k} k_2}{1 + \dfrac{\varkappa \varrho s^2 \cdot 10^{-7}}{\lambda p_k \sigma_k}} \tag{17}$$

---

[1] ETZ 1915, S. 309 u. 461.

[2] Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 48, S. 521 (1930).

ist. Den eventuellen Unterschied zwischen dem Preis einer im Eisen und einer im Kupfer verlorenen kWh sowie den Einfluß der Teilbelastung auf S wollen wir vernachlässigen.

Die drei Probleme der Eisendrossel führen also auf eine einzige Funktion $\Psi(k)$. Man erkennt sofort, daß für $k_1 = k_2$ auch $k_1 = k_3$ wird: die billigste Spule wird in diesem Fall gleichzeitig die Spule der größten Zeitkonstante, und sie wird unter allen Umständen für jeden Wert des Verhältnisses $\varkappa/\lambda$ auch die wirtschaftlichste Spule sein. Die notwendige Bedingung dafür folgt aus Gl. (7) und (15) und lautet:

$$\frac{B}{s} = \sqrt{\frac{p_e}{p_k} f_e^2 \frac{\sigma_e}{\sigma_k} \frac{\varrho}{c_e \cdot 10^4}}\,. \tag{18}$$

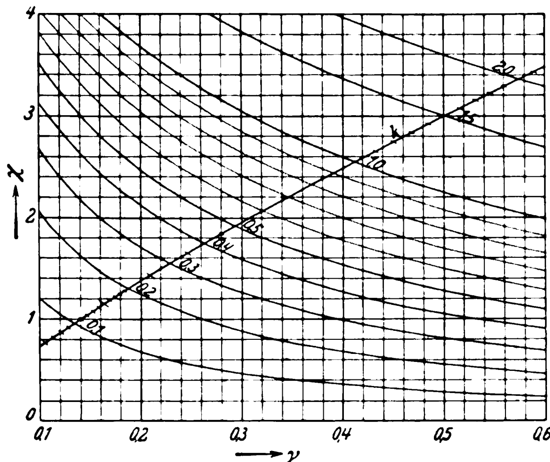
Eine ähnliche Beziehung gilt ebenfalls für Transformatorenabmessungen[3]. Für Maschinen ohne Eisen, z. B. für eisenlose Drosselspulen, ist die billigste Form zugleich die wirtschaftlichste[4]. Für Maschinen mit Eisen gilt das nur für ein bestimmtes Verhältnis zwischen Eisen- und Kupferbelastung.

Die mathematische Behandlung der Funktion $\Psi(k)$, die nur eine Konstante (k_1, k_2 oder k_3) und zwei unabhängige Variable γ und χ enthält, ist elementar. Wollen wir das absolute Minimum von $\Psi(k)$ bestimmen, so liefern uns die Bedingungen

$$\frac{\partial \Psi}{\partial \gamma} = 0, \qquad \frac{\partial \Psi}{\partial \chi} = 0 \tag{19}$$

nach einer einfachen Rechnung

$$k = \frac{4\gamma^2 \chi}{\chi - 2\gamma}; \qquad \chi = \frac{8\gamma(1+\gamma)}{1+2\gamma}. \tag{20}$$



Kurve k: das absolute Minimum von Ψ, Gl. (20)
Kurvenschar: das relative Minimum von Ψ, Gl. (21)

Abb 2. Bestimmung der Abmessungsverhältnisse γ und χ für gegebene Werte von k.

Im Koordinatensystem γ-χ ergeben diese Beziehungen die in der Abb. 2 eingezeichnete Kurve k, die punktweise für gewählte ganzzahlige Werte von k ermittelt wurde. Sie gestattet uns, bei gegebenem Werte von k direkt die dem absoluten Minimum der Funktion $\Psi(k)$ entsprechenden Werte von γ und χ abzulesen. Der Verlauf des diesen Werten entsprechenden Minimalwertes von $\Psi(k)$ ist durch die Kurve Abb. 3 dargestellt, wodurch die Bestimmung von P, T oder S nach Gl. (9), (14) oder (16) erleichtert wird.

Betrachten wir eine der beiden Größen γ und χ als konstant, so wird die Funktion $\Psi(k)$ ein relatives Minimum besitzen, und der dazugehörige Wert der als unabhängige Variable angenommenen Größe ergibt sich aus der entsprechenden Gl. (19). Für feste γ ergibt sich aus $\partial\Psi/\partial\chi = 0$

$$\chi = \frac{6k(1+\gamma)}{k + 4(1+\gamma)\gamma}. \tag{21}$$

Diese Gleichung ergibt für ganzzahlige Werte von k die in der Abb. 2 eingezeichnete quer zur Kurve k verlaufende Kurvenschar. Sie ermöglicht, bei gegebenem k und gewähltem γ (oder χ) den dem relativen Minimum von $\Psi(k)$ entsprechenden Wert von χ (oder γ) abzulesen.

Endlich wollen wir noch die Frage beantworten, welches Wertepaar γ, χ bei zwei verschiedenen gegebenen Werten k_I und k_{II} und bei vorgeschriebenem Werte von $\Psi(k_I)$ den Minimalwert von $\Psi(k_{II})$ liefern wird. Dabei ist unter k_I und k_{II} jede beliebige Kombination von k_1, k_2, k_3 zu verstehen. Da die mit k_I bzw. k_{II} multiplizierten Glieder in $\Psi(k_I)$ bzw. $\Psi(k_{II})$ sich nur durch diese Konstanten unterscheiden, erkennt man leicht, daß, um die gestellte Aufgabe zu lösen, nur der Minimalwert von $f = 4(1+\gamma)(\gamma\chi)^{1/4}$ mit der Nebenbedingung $\Psi(k_I) =$ konst. zu bestimmen ist. Der bekannte Rechnungsvorgang

$$\frac{\partial}{\partial \gamma}[f + \zeta\,\Psi(k_I)] = 0; \qquad \frac{\partial}{\partial \chi}[f + \zeta\,\Psi(k_I)] = 0$$

(ζ = unbestimmte Konstante) führt nach einer einfachen Rechnung, die wir hier nicht wiederholen wollen, auf die zweite Gl. (20). Dieses Ergebnis war zu erwarten: die dem Minimum von $\Psi(k_{II})$ entsprechenden Werte von γ und χ liegen in jedem Falle auf der Kurve k (Abb. 2), welches auch der vorgeschriebene Wert von $\Psi(k_I)$ sein mag.

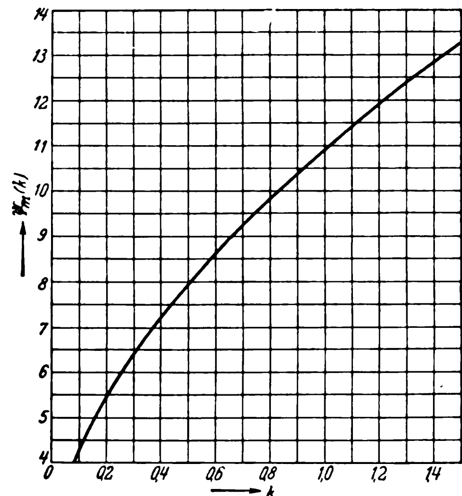


Abb. 3. Verlauf des absoluten Minimums der Funktion $\Psi(k)$.

Von Wichtigkeit für den Entwurf ist auch der Verlauf der prozentualen Verschlechterung von Ψ, d. h. das Verhältnis zwischen dem Minimalwert Ψ_m und dem Wert Ψ, der sich für ein anderes als das günstigste Wertepaar γ_m, χ_m ergibt. Für gegebene k und für ganz beliebige Wertepaare γ, χ ist dieses Verhältnis Ψ/Ψ_m eine Funktion von drei Veränderlichen k, γ, χ und kann nicht in einfacher Weise graphisch dargestellt werden. Wir beschränken uns aber auf die zwei folgenden Fälle.

Ist das Wertepaar γ, χ dem relativen Minimum von Ψ entsprechend gewählt, d. h. wenn γ und χ der Kurvenschar Abb. 2 genügen, so erscheint Ψ/Ψ_m als eine Funktion von nur zwei Variablen, k und γ oder k und χ, weil zwischen γ und χ die Beziehung (21) besteht. Es ist

$$\frac{\Psi}{\Psi_m} = \frac{k(2+2\gamma+\chi) + 4(1+\gamma)\gamma\chi}{k(2+2\gamma_m+\chi_m) + 4(1+\gamma_m)\gamma_m\chi_m}\left(\frac{\gamma_m\chi_m}{\gamma\chi}\right)^{3/4}, \tag{22}$$

wobei γ und χ der Gl. (21) und k, γ_m und χ_m den Gl. (20) genügen. Für gewählte k und γ können also Werte von Ψ/Ψ_m leicht berechnet werden; durch eine graphische Interpolation wurden ganzzahlige Werte von Ψ/Ψ_m gefunden, die die Kurven Abb. 4 ergaben. Die mit 100 bezeichnete Kurve entspricht dem absoluten Minimum Ψ_m von Ψ; die prozentuale Verschlechterung kann für gegebene k und γ direkt abgelesen werden.

Der zweite Fall ist der folgende: Wenn wir bei gegebenem Werte von k nicht das dazugehörige günstigste Wertepaar γ, χ benutzen, sondern ein anderes Wertepaar γ', χ' wählen, welches bei einem anderen Werte k' das Minimum von Ψ ergeben würde, so ist natürlich auch $\Psi(k)$ größer als $\Psi_m(k)$, u. zw. ist

$$\frac{\Psi(k)}{\Psi_m(k)} = \frac{k(2+2\gamma'+\chi') + 4(1+\gamma')\gamma'\chi'}{k(2+2\gamma+\chi) + 4(1+\gamma)\gamma\chi}\left(\frac{\gamma\chi}{\gamma'\chi'}\right)^{3/4}, \tag{23}$$

wobei k, γ, χ und k', γ', χ' den Gl. (20) genügen. Der Wert dieses Verhältnisses ist also eine Funktion von nur zwei Variablen k und k' und kann als solche durch eine Kurvenschar graphisch dargestellt werden. Diese mit Hilfe einer graphischen Interpolation konstruierte Kurvenschar ist in der Abb. 5 wiedergegeben.

---

[3] ETZ 1922, S. 110 u. 148.
[4] Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 40, S. 181 (1922).

Die Benutzung der verschiedenen Kurven, die uns die rechnerische Analyse der Funktion $\Psi(k)$ lieferte, ist einfach. Will man die billigste, die wirtschaftlichste oder die Spule mit der größten Zeitkonstante entwerfen, so hat man der Kurve k (Abb. 2) das dem jeweiligen Wert von k_1, k_2 oder k_3 entsprechende Wertepaar γ, χ zu entnehmen, wodurch a und damit auch g und h bestimmt sind. Will man aus besonderen Gründen (größere Kühloberfläche, begrenzter Raumbedarf) mit einem anderen als dem günstigsten Verhältnis γ oder χ die Spule entwerfen, so ergibt die Kurvenschar Abb. 2 zu dem gewählten γ oder χ die dem relativen Minimum entsprechende Größe χ oder γ. Die Verschlechterung gegenüber dem absoluten Minimum

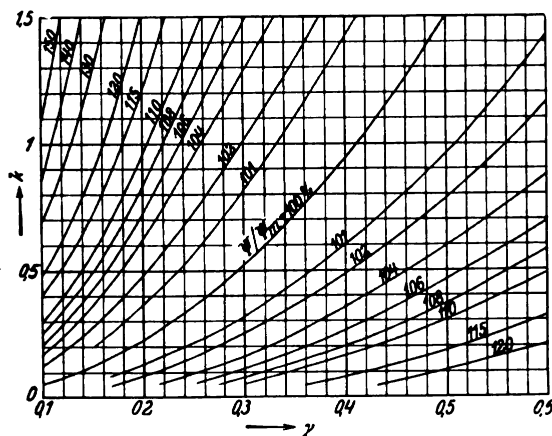


Abb. 4. Verschlechterung für das relative Minimum. Werte von Ψ/Ψ_m nach Gl. (22) in Abhängigkeit von γ und k.

ergibt die Kurvenschar Abb. 4. — Will man wissen, wie sich z. B. die billigste Spule in bezug auf die Wirtschaftlichkeit oder auf die Zeitkonstante benehmen wird, so benutzt man die Kurventafel Abb. 5: Ergibt sich z. B. für

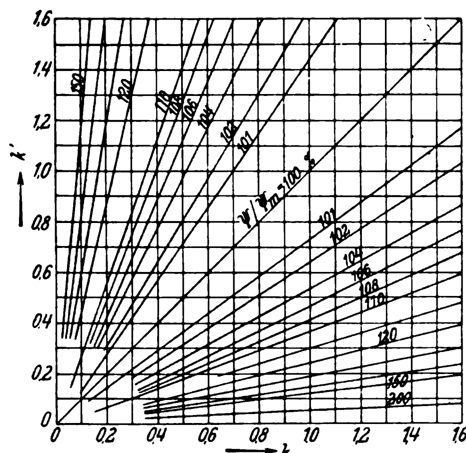


Abb. 5. Verschlechterung von Ψ bei Veränderung der Konstante k. Werte von Ψ/Ψ_m nach Gl. (23) in Abhängigkeit von k und k'.

$k = k_2$ und $k' = k_1$ $\Psi/\Psi_m = 115$, so wird die billigste Spule eine um 15 % kleinere Zeitkonstante haben als die Spule, die unter denselben Annahmen mit der größten Zeitkonstante konstruiert werden könnte. Ergibt sich z. B. bei $k = k_1$, $k' = k_2$ $\Psi/\Psi_m = 125$, so bedeutet das, daß die mit der größten Zeitkonstante konstruierte Spule um 25 % teurer sein wird als die billigste Spule bei denselben Materialkonstanten und derselben Eisen- und Kupferbelastung.

Mit Hilfe der Kurventafel Abb. 5 kann auch das Wertepaar γ, χ bestimmt werden, welches z. B. eine um 10 % kleinere Zeitkonstante als das günstigste Wertepaar ergeben wird. Man ermittelt auch leicht die Drossel, die dieselbe prozentuale Verschlechterung für den Preis und für die Zeitkonstante oder für den Preis und die Wirtschaftlichkeit besitzen wird.

Ist nicht nur das prozentuale zugelassene Verschlechterungsverhältnis, sondern direkt der Wert von P, T oder S vorgeschrieben, so bestimmt man zuerst nach Gl. (9), (14) oder (16) und mit Hilfe der Kurve Abb. 3 den Minimalwert P_m, T_m oder S_m, vergleicht denselben mit dem vorgeschriebenen Werte und entnimmt der Kurventafel Abb. 5 die dem Verhältnis P/P_m, T/T_m oder S/S_m entsprechende Größe k', welche nach der Kurve k (Abb. 2) das gesuchte Wertepaar γ, χ ergibt.

Die große Unempfindlichkeit der Drossel gegenüber Abweichungen in bezug auf die günstigsten Werte von γ und χ kommt in den die prozentuale Verschlechterung darstellenden Kurventafeln klar zum Ausdruck. Der Umstand, daß Werte von f_k, p_e, p_k usw., besonders aber Werte von λ und $\varkappa$ nie mit größerer Sicherheit in die Rechnung eingeführt werden können, macht aus der Bestimmung von γ und χ praktisch ein Näherungsverfahren und verhindert, der Berechnung von S eine größere praktische Wichtigkeit zu erteilen. Der theoretische Zusammenhang zwischen den drei aufgestellten Problemen schien uns jedoch die Erweiterung der gemachten Untersuchung auch auf die Bestimmung von S zu verdienen.

Im Anschluß an das Vorhergehende kann auch eine mit runder Wicklung konstruierte Drosselspule (Abb. 1 b) leicht behandelt werden. Für die Eisen- und Kupferinhalte erhält man statt Gl. (4) und (5)

$$V_e = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot 2(2d + 2g + h) f_1 \qquad (4\,\text{a})$$

$$V_k = 2\pi (d + g) g h, \qquad (5\,\text{a})$$

wobei d den inneren Durchmesser und f_1 das Verhältnis zwischen dem kreuzförmigen Kernquerschnitt und der Kreisfläche $\pi d^2/4$ bedeutet (also $f_1 = 0{,}787$ für die günstigsten Kreuzabmessungen); es wird auch hier Jochquerschnitt gleich Kernquerschnitt angenommen. Setzt man Gl. (4 a) und (5 a) in die Ausdrücke für P, T und S ein, so erkennt man, daß Gl. (9), (14) und (16) mit $\pi/4$ zu multiplizieren sind und daß d statt a und $f_e f_1$ statt f_e einzusetzen ist, damit die für den Quadratquerschnitt abgeleiteten Werte auch für den Kreuzquerschnitt Gültigkeit hätten. Alle für die Funktion Ψ ermittelten Kurven bleiben somit auch für den Kreuzquerschnitt gültig.

Beispiel. $L = 2$, $I = 3$; quadratischer Kernquerschnitt. Gegeben oder angenommen: $f_k = 0{,}45$, $f_e = 0{,}87$, $p_e = 10$, $p_k = 28$, $B = 4500$, $s = 180$, $c_e = 1{,}3 \cdot 10^{-10}$, $\varrho = 0{,}018$, $\varkappa = 1000$, $\lambda = 0{,}15$ (Werte von p_e, p_k und $\varkappa$ sind Vergleichswerte).

a) Nach Gl. (7) ist

$$k_1 = \frac{10 \cdot 0{,}0078 \cdot 0{,}87}{28 \cdot 0{,}0089 \cdot 0{,}45} = 0{,}605\,.$$

Der Kurve k (Abb. 2) entnimmt man dazu $\gamma = 0{,}32$ und $\chi = 2{,}08$, so daß nach Gl. (8)

$$a = \sqrt[4]{\frac{2 \cdot 3^2 \cdot 10^8}{\sqrt{2} \cdot 4500 \cdot 0{,}45 \cdot 180} \; \frac{1}{0{,}32 \cdot 2{,}08}} = 8{,}5 \text{ cm}$$

ist. Alle Abmessungen der billigsten Spule sind dadurch festgestellt:

$$g = a\gamma = 8{,}5 \cdot 0{,}32 = 2{,}7 \text{ cm}$$

$$h = a\chi = 8{,}5 \cdot 2{,}08 = 17{,}7 \text{ cm}$$

$$b = 0{,}08\,\pi \frac{I^2}{B^2} \frac{L \cdot 10^9}{a^2} = 0{,}08\,\pi \frac{3^2}{4500^2} \frac{2 \cdot 10^9}{8{,}5^2} = 3{,}09$$

$$n = \sqrt{\frac{L \cdot 10^9}{4\pi a^2} b} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^9}{4\pi \cdot 8{,}5^2} \cdot 3{,}09} = 2610\,.$$

b) Nach Gl. (15) ist

$$k_2 = \frac{1{,}3 \cdot 10^{-10} \cdot 4500^2 \cdot 10^4}{0{,}018 \cdot 0{,}87 \cdot 0{,}45 \cdot 180^2} = 0{,}115\,.$$

Die billigste Spule und die Spule mit der größten Zeitkonstante fallen also nicht zusammen. Aus der Abb. 5 entnimmt man bei $k = k_1 = 0{,}605$ und $k' = k_2 = 0{,}115$ den Wert $\Psi/\Psi_m = 130$, d. h. die mit der größten Zeitkonstante konstruierte Spule würde um 30 % teurer sein als die billigste Spule. Bei $k = k_2 = 0{,}115$ und $k' = k_1 = 0{,}605$ ergibt sich dagegen $\Psi/\Psi_m = 125$; die billigste Spule würde eine um 25 % kleinere Zeitkonstante besitzen als die Spule von möglichst großer Zeitkonstante.

Wollte man die billigste und die Spule mit der größten Zeitkonstante zusammenfallen lassen, so müßte man ein anderes Verhältnis B/s wählen, u. zw. nach Gl. (18)

$$\frac{B}{s} = \sqrt{\frac{10}{28} \, 0{,}87^2 \frac{0{,}0078 \cdot 0{,}018}{0{,}0089 \cdot 1{,}3 \cdot 10^{-10} \cdot 10^4}} = 57{,}2\,,$$

also z. B. $B = 4500$ und $s = 79$, $B = 5000$ und $s = 88$, $B = 6000$ und $s = 105$ usw.

Die Berechnung der Abmessungen a, g und h zu dem obigen Werte von k_2 erfolgt wie unter a); es ergibt sich $\gamma = 0{,}145$, $\chi = 1{,}02$, $a = 12{,}4$, $g = 1{,}8$, $h = 12{,}7$, $n = 1230$.

c) Nach Gl. (17) ist

$$\frac{\varkappa \varrho s^2 \cdot 10^{-7}}{\lambda p_k \sigma_k} = \frac{1000 \cdot 0{,}018 \cdot 180^2 \cdot 10^{-7}}{0{,}15 \cdot 28 \cdot 0{,}0089} = 1{,}56;$$

$$k_3 = \frac{k_1 + 1{,}56\, k_2}{1 + 1{,}56} = \frac{0{,}605 + 1{,}56 \cdot 0{,}115}{2{,}56} = 0{,}306.$$

Die wirtschaftlichste Drossel müßte demnach mit $\gamma = 0{,}232$, $\chi = 1{,}56$ konstruiert werden (Abb. 2).

d) Es soll die billigste Spule, jedoch mit $\gamma = 0{,}5$ entworfen werden. Der Kurvenschar Abb. 2 entnimmt man bei $k_1 = 0{,}605$ und $\gamma = 0{,}5$ den Wert $\chi = 1{,}5$, wodurch die Abmessungen der relativ günstigsten Spule für den gegebenen Wert von γ bestimmt sind. Die Kurven Abb. 4 liefern bei $\gamma = 0{,}5$ und $k = 0{,}605$ $\Psi/\Psi_m = 1{,}04$. Die Spule würde also nur um 4 % teuerer als die billigste Spule nach a) sein.

Großzahlforschung und Elektrizitätswirtschaft.

Von H. Kunze, Duisburg.

Übersicht. In den letzten Jahren hat sich im Eisenhüttenwesen die Großzahlforschung als ein Sondergebiet der Statistik entwickelt, auf dem bereits mancherlei Erfolge erreicht wurden[1]. Über die Anwendung der ihr zugrunde liegenden Häufigkeitskurve auf das Toleranzproblem bei der Fabrikation elektrischer Maschinen und Apparate berichtete Rüdenberg im Elektrotechnischen Verein am 24. V. 1929[2]. Eine Verwendung dieser Methoden auf elektrizitätswirtschaftlichem Gebiet ist jedoch bis heute nicht bekannt geworden. Zweck dieser Zeilen ist es, auf diese Anwendbarkeit der Großzahlforschung hinzuweisen.

Die Grundlage der Großzahlforschung ist die Erkenntnis, daß alle Funktionen, die außer von einer Hauptursache noch von zahlreichen nicht erfaßbaren Nebenumständen abhängen, bei ihrer zeichnerischen Darstellung einen Kurvenverlauf aufweisen, wie er der Gaußschen Fehlerkurve entspricht. Diese Häufigkeitskurve ähnelt um so mehr der in Abb. 1 dargestellten Gaußschen Kurve, je größer die Zahl der Messungen ist, die der Kurve zugrundeliegen.

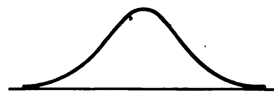


Abb. 1. Gaußsche Kurve.

Als erstes Beispiel diene eine Darstellung der Netzverluste in den 238 größten deutschen Elektrizitätswerken, die in der ETZ 1931, S. 1267, veröffentlicht wurde[3].

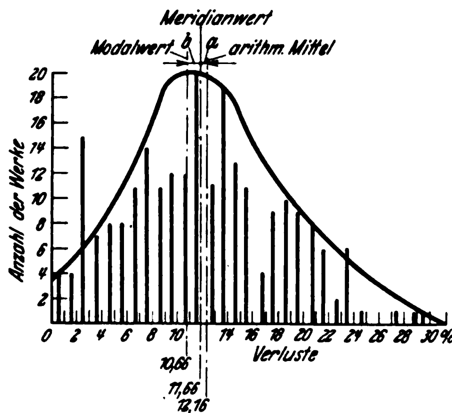


Abb. 2. Häufigkeitskurve der Netzverluste von 238 Elektrizitätswerken im Jahre 1927.

Die dort aufgeführten Werte sind in Abb. 2 wiedergegeben, wobei jedoch die drei Streuwerte von mehr als 27 % als einzeln liegende Häufigkeitszahlen angenommen wurden. Über die statistisch erfaßten Werte ist eine Häufigkeitskurve gezeichnet, die verhältnismäßig wenig mit den angegebenen Werten übereinstimmt. Das liegt jedoch an der geringen Anzahl (238) der Messungen. Diese Häufigkeitskurve eignet sich aber besonders gut zur Erläuterung einiger Begriffe aus der Großzahlforschung. Man unterscheidet mehrere Arten von Mittelwerten:

1. Den arithmetischen Mittelwert, der in diesem Beispiel durch die Addition aller Verlustzahlen und Division durch die Gesamtzahl der Werte entsteht. Er beträgt $\frac{2896}{238} = 12{,}16\,\%$. Auf der zu diesem Punkt gehörigen Ordinate liegt der Schwerpunkt der Häufigkeitsfläche;
2. den Zentralwert oder Meridianwert. Er halbiert die Fläche, wird durch Planimetrieren gefunden und liegt bei 11,66 %;
3. den dichtesten oder Modalwert, der die Ordinate des Höchstwertes der Kurve ist.

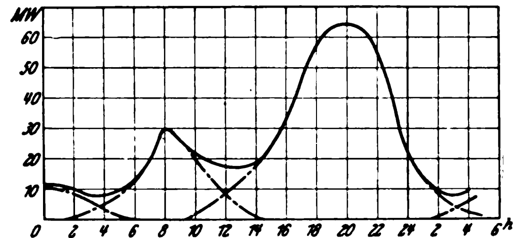


Abb. 3. Belastungskurve der Niederspannungsabnehmer (Wohnungen) der Berliner Elektrizitätsversorgung am 18. XI. 1928, zerlegt in zwei Häufigkeitskurven.

Das Verhältnis a/b soll ½ sein. Es ist in diesem Fall $a = 0{,}5\,\%$, so daß anzunehmen ist, daß der Modalwert etwa bei $12{,}16 - 3 \cdot 0{,}5 = 10{,}66\,\%$ liegt.

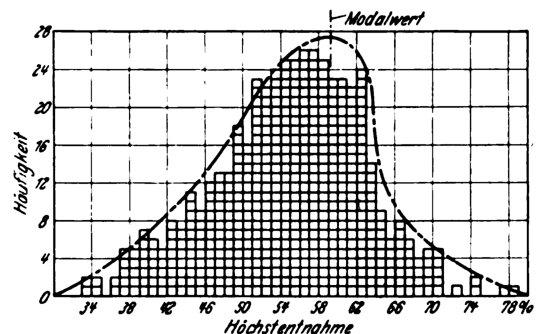


Abb. 4. Häufigkeitskurve der Höchstentnahme eines Industriekonsumenten.

Eine gute Form von Häufigkeitslinien liefern auch die Belastungskurven der Kraftwerke. In Abb. 3 ist die Kurve der Belastung der Berliner Elektrizitätsversorgung durch Wohnungsabnehmer dargestellt[4]. Sie läßt sich in zwei normale Häufigkeitskurven zerlegen, die beweisen, daß bei einer großen Anzahl von Abnehmern, deren Verbrauch in der Hauptsache durch die morgendliche und abendliche Dunkelheit verursacht wird, die individuellen Nebeneinflüsse des Konsums und seiner Höhe durchaus gesetzmäßig verlaufen. Diese Erkenntnis ist bei der Durchführung von Analysen und Synthesen der Belastungskurven anläßlich der Projektierung von Kraftwerken und zur Ermittlung der Selbstkosten von Bedeutung. Die grundsätzliche Form der Belastungskurve als

[1] K. Daeves, Auswertung statistischer Unterlagen für Betriebsüberwachung und Forschung. Stahl u. Eisen Bd. 43, S. 462 (1923). K. Daeves, Großzahlforschung. Sonderheft der Fachausschüsse des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, Werkstoffausschuß, Bericht Nr. 43, Düsseldorf 1924.

[2] P. Jacottet, Die Beurteilung elektrischer Maschinen und Apparate durch Toleranzen auf Grund statistischer Methoden. ETZ 1930, S. 599.

[3] M. Wolf, Die Berechnung der elektrischen Verluste bei schwankenden Lastverhältnissen in Netzen und Energiewandlern auf Grund von Erfahrungswerten. ETZ 1931, S. 1267.

[4] Entnommen dem Gesamtbericht der 2. Weltkraftkonferenz, Berlin 1930, Bd. 15, S. 42 (Dr.-Ing. Adolph, Der Belastungsfaktor der Elektrizitätswerke und seine Beeinflussung durch die verschiedenen Stromverbraucher).

Häufigkeitskurve wird man bei allen Diagrammen wiederfinden, die auf einer genügend großen Zahl von Abnehmern beruhen.

Als drittes Beispiel sei die Verrechnung der Grundgebühr erwähnt, die normalerweise nach dem absoluten Höchstwert oder dem arithmetischen Mittel von etwa drei Höchstwerten erfolgt. In Abb. 4 ist die in diesem Fall asymmetrische Häufigkeitskurve der Spitzen eines industriellen Abnehmers dargestellt. Sie läßt erkennen, daß die Verrechnungsmethode nicht die Grundlage für eine „gerechte" Verteilung der festen Kosten liefern kann. Die Höchstentnahme, die billigerweise der Berechnung zugrunde gelegt werden sollte, wird etwa dort zu suchen sein, wo die Ordinate des Modalwertes liegt.

Stemmen und Bohren an Bauwerken.

Von **Constantin Boettcher**, Berlin.

Während beispielsweise im Maschinenbau der Fabrikant es gar nicht anders weiß, als daß er zu dem Preis seines Angebotes auch liefern muß, ist es bei einer Bauausführung nichts Seltenes, daß die endgültigen Kosten den Voranschlag weit überschreiten. Zu den Arbeiten, welche an der Unsicherheit in der Vorauskalkulation beitragen, gehören meist auch die Stemmarbeiten für die Elektro-, Gas-, Wasser- und Heizungsinstallation sowie für Reklameschilder und -buchstaben. Es besteht jedoch kein Zweifel, daß sich die Aufwendungen für derartige Arbeiten genau so gut vorausberechnen lassen wie jede andere Tätigkeit. Befaßt man sich aber erst einmal näher mit diesen Posten des Kostenanschlages, dann wird man auch sehr schnell nach Arbeitsmethoden suchen, durch welche diese Kosten auf ein geringstes Maß gesenkt werden können. Zugegeben sei, daß seither in dieser Hinsicht noch wenig Anhaltspunkte vorhanden waren, und es sollen deshalb im nachstehenden auf Grund praktischer Erfahrungen und Vergleichsversuche einige Angaben gemacht werden, die sich besonders auf die Herstellung von kleinen Dübellöchern beziehen. Denn die Erkenntnis wird bei jedem fachkundigen Leser vorausgesetzt, daß man heute nicht mehr halbe Ziegelsteine herausstemmt, wenn man zum gleichen Zweck mit einem 10 mm-Loch für einen Dübel auskommt. Die Kosten für den Dübel — selbst den teuersten — spielen gegenüber dem Zeitgewinn nur eine sehr untergeordnete Rolle; ganz abgesehen davon, daß das Mauerwerk geschont und Verunzierung der Wände oder Decken vermieden wird.

Nehmen wir an, daß normal Löcher von 7 ... 12 mm Dmr. und etwa 40 mm Tiefe herzustellen sind, wie solche z. B. für eine Dübelung heute häufig vorkommen. Es stehen dann dem Handwerker verschiedene Stemm-Methoden zur Verfügung, deren Geeignetheit ausprobiert wurde und die demnach wie folgt zu charakterisieren sind.

1. Stemmen von Hand mit Kronen- oder Schlagbohrer. Der Kronenbohrer kann nicht nachgeschliffen, sondern muß umständlich nachgeschärft werden. Von diesem Gesichtspunkt aus verdient der Schlagbohrer den Vorzug. Man arbeitet am besten mit schnellen, leichten Schlägen unter ständigem Hin- und Herdrehen des Bohrers und benötigt so in normalem Mauerwerk für Löcher der vorerwähnten Größe etwa 1 ... 3 min.

2. Die Handbohrmaschine mit Spitz- oder Spiralbohrer hat gegenüber Methode 1 keine wesentlichen Vorteile.

3. Die Hand-Schlagbohrmaschine arbeitet als Kombination der Methoden 1 und 2. Ohne Zweifel hat der Gedanke etwas für sich und die kurzzeitige Arbeitsleistung ist etwas größer als bei 1 oder 2, jede für sich angewendet. Das leuchtet ohne weiteres ein, wenn man in Betracht zieht, daß bei jeder Umdrehung der Kurbel 3 ... 8 Schläge (je nach System) auf den Bohrer erfolgen. Die Handhabung ist aber für den Monteur doch etwas anstrengend, namentlich wenn — was häufig vorkommt — auf einem Gerüst oder einer Leiter stehend gearbeitet werden soll. Durch die starke Federspannung läßt sich auch ein Ecken der Maschine nicht vermeiden. So geht denn die Tagesleistung bei größerer Quälerei kaum über die Leistung beim Handstemmen hinaus.

4. Die elektrische Handbohrmaschine ist in Verbindung mit einem sog. Hartmetallbohrer schon ein wesentlicher Fortschritt. Man kann mit 600 ... 1200 U/min an der Bohrspindel arbeiten und erzielt durchaus zylindrische Löcher, weil der Bohrer nur eine sehr kurze maßhaltige Flanke hat. Dem Hartmetallbohrer liegt homogenes Gestein am besten, weniger gut Werkstoff mit wechselnden Härteschichten (Beton, Kunststein). Der Zeitaufwand ermäßigt sich auf etwa 15 ... 30 s. Leider werden die Arbeitskosten zu sehr von dem Preis des Hartmetallbohrers beeinflußt, wozu noch das öftere Nachschleifen mit den erforderlichen Spezialscheiben kommt, was auf den Baustellen nicht immer so ganz einfach ist. Selbst ein Diamantbohrer arbeitet in der elektrischen Handbohrmaschine nicht so unwirtschaftlich, wie man zunächst vielleicht annehmen möchte. Man kann nämlich auf 2000 ... 3000 U/min hinaufgehen, und da außerdem ein solcher Bohrer selbst in hartem Gestein mehrere hundert Löcher bohren kann, ohne daß Steine umgesetzt werden müssen (eine Arbeit, die die Wirtschaftlichkeit des Bohrers stark erhöht), so fallen die Kosten je Dübelloch sehr rasch. Unangenehm ist bei dieser Methode die notwendige Wasserspülung bzw. -kühlung an dem Bohrer, die u. U. einen Hilfsarbeiter erfordert. In den weiter unten stehenden Vergleichszahlen sind Kosten für diesen mit eingerechnet. An fertigen Wänden und Decken kann natürlich nicht mit Wasserspülung gearbeitet werden.

5. Elektromagnetischer Bohrhammer[1]. Im Gewicht etwa der elektrischen Handbohrmaschine gleich, arbeiten die bekanntesten Systeme nach einer denkbar einfachen Ausführung: In einer oder zwei Magnetspulen wird durch den Richtungswechsel des Wechselstromes ein Eisenstück in rascher Folge hin und her geworfen. Entsprechend einer Frequenz von 50 Hz ergeben sich Schlagzahlen von 6000 bzw. 3000/min. Obwohl der Hub nur wenige Millimeter beträgt, ist — eben infolge der außerordentlich hohen Schlagzahl — die kurzzeitige Arbeitsleistung mehr als das Doppelte derjenigen von Hand. In praktischer Tagesarbeit aber wurde eine vielfache Leistung gegenüber Methode 1 erreicht, was dadurch zu erklären ist, daß der Arbeiter weniger rasch ermüdet, denn es wäre geradezu falsch, die bei dem kurzen Hub entstehenden leichten Schläge, die mehr einer Vibration gleichen, durch starken Druck zu dämpfen. Da außerdem mit den ganz billigen Schlagbohrern in diesen Maschinen gearbeitet werden kann, so hat sich diese Methode als die wirtschaftlichste erwiesen. Die Löcher fallen durchschnittlich gut zylindrisch aus, weil der Arbeiter mit der Maschine immer am Bohrer bleibt, und keine Prellschläge eintreten.

Die Leistungen der beiden Systeme von 6000 bzw. 3000 Schlägen/min weichen untereinander nur wenig ab, was darauf zurückgeführt werden kann, daß der Hammer mit 3000 Schlägen einen etwas größeren Hub und dementsprechend kräftigeren Schlag hatte, der den Nachteil der geringeren Schlagzahl fast ausgleichen konnte. Für etwas schwerere Arbeiten wäre jedenfalls sogar dieser Hammer gegenüber demjenigen mit 6000 Schlägen im Vorteil.

6. Preßlufthammer. Diese Werkzeuge arbeiten mit einer anerkennenswerten Vortreibgeschwindigkeit — wenn alles gut geht. Das war leider nicht immer der Fall, denn durch den harten Schlag bei den verhältnismäßig kleinen Löchern gingen viel Bohrer zu Bruch, blieben in den Löchern sitzen und verursachten Zeitaufwand. Daß die Betriebskosten bei Preßluft höher sind als bei einer elektrischen Maschine, ist bekannt und ergibt sich schon aus einem Vergleich der Wirkungsgrade. Besonders in Neubauten muß auch noch mit langen fliegenden Leitungen gerechnet werden, die bei Preßluft weitere Verluste verursachen.

7. Elektropneumatischer Hammer. Hier hat man es mit einem Handgerät zu tun, das mit Druckluft betrieben wird, die in einer tragbaren oder fahrbaren Luftpumpe mit elektromotorischem Antrieb erzeugt wird. Die Zwischenschaltung der kleinen Luftpumpe drückt natürlich sehr auf den Wirkungsgrad der gesamten Anlage. Dessen ungeachtet steht die Stemmleistung bei den angegebenen Verhältnissen der Methode 5 nicht nach, und wenn man berücksichtigt, daß das eigentliche Handgerät, die sog. Pistole, weniger als 1 kg wiegt (der Pumpensatz wird auf dem Rücken getragen), so mögen sich hieraus für gewisse Fälle kleine Vorteile ergeben, z. B. bei schlecht zugänglichem Bohrort.

Bei dem nachstehenden Wirtschaftlichkeitsvergleich der verschiedenen Arbeitsverfahren wurde ein Stundenlohn von 1,20 RM für einen gelernten Arbeiter und von 0,60 RM für einen Hilfsarbeiter sowie 0,10 RM für 1 kWh angenommen. Es wurde vorausgesetzt, daß sich die Klein-Werkzeugmaschinen, die oft unsanft behandelt werden, in einem Jahr amortisieren sollen. Ferner wurde angenommen, daß ein Diamantbohrer in hartem Gestein 600 Löcher

[1] Vgl. ETZ 1929, S. 1037.

fertigstellt und dann durch Umsetzen der Steine zweimal wieder hergerichtet werden kann. Der Hartmetallbohrer mußte in dem gleichen Gestein nach etwa je 10 Löchern nachgeschliffen werden, und diese Herrichtung wurde dem Bohrer 20mal zugestanden. Bei der Hand-Stemmarbeit (Prellschläge!) wie auch bei dem Arbeiten mit den Preßlufthämmern hielten die 7 mm starken Bohrer durchschnittlich nur 8 Löcher durch. Dagegen standen sie in dem elektrischen Bohrhammer vielfach bis zu 80 Löchern. Für den Vergleich wurden aber nur 20 Löcher angenommen, weil in dem harten Material die Bohrer sich an den Flanken stark abnutzen und aus diesem Grunde für maßhaltige Löcher nicht mehr brauchbar sind. Die gleiche Voraussetzung wurde für den Bohrer im elektro-pneumatischen Hammer gemacht. Danach stellen sich die Kosten für ein Loch von 7 mm Dmr. und 30 mm Tiefe in s e h r hartem Kunststein vergleichsweise wie folgt:

1. Stemmen von Hand	13 Pf/Loch
2. Handbohrmaschine	12 „ „
3. Hand-Schlagbohrmaschine	12 „ „
4. a) Elektrische Handbohrmaschine mit Hartmetallbohrer	9,5 „ „
b) Elektrische Handbohrmaschine $n =$ 800 U/min m. Diamantbohrer	17,5 „ „
c) Elektrische Handbohrmaschine wie 4 b, jedoch m. Druckhebel	13 „ „
d) Elektrische Handbohrmaschine $n =$ 3000 U/min m. Diamantbohrer	7,5 „ „
5. Elektromagnetischer Bohrhammer	6 „ „
6. Preßlufthammer	20 „ „
7. Elektropneumatischer Hammer	6,5 „ „

Es soll hierzu bemerkt werden, daß mit fallenden Gesamtkosten der auf den Bohrer entfallende Anteil wächst und für die niedrigsten Werte unter 5. und 7. etwa 4 Pf beträgt. Hieraus geht auch wieder einmal hervor, daß die Beschaffungs- und Stromkosten der elektrischen Maschinen gar nicht die bedeutende Rolle spielen, die man ihnen gemeinhin zuschiebt, und daß das Handwerk noch viel mehr von den elektrischen Maschinen, ganz allgemein gesprochen, Gebrauch machen sollte. Wie bereits vorbemerkt, sind in den obigen Zahlen auch die Amortisationskosten für die Maschinen enthalten; es ist daher klar ersichtlich, daß es Arbeitsmethoden gibt, nach denen sich das Stemmen von Dübellöchern nur halb so teuer stellt als von Hand. Der Unterschied wird noch größer, wenn man die Abschreibung der Maschine nicht, wie im vorliegenden Fall geschehen, auf ein Jahr, sondern auf einen längeren Zeitraum ausdehnt.

Wie groß die Rentabilität des elektrischen Bohrhammers ist, ergibt sich aus der Tatsache, daß selbst bei Zugrundelegung der obigen Zahlen und unter der Annahme, daß bei dem gegenwärtigen schlechten Beschäftigungsgrad die Maschine nur einen Tag in der Woche beschäftigt sein soll und an diesem Tag nur 200 Löcher bohrt, trotzdem eine vollständige Abschreibung bereits in 5 Monaten erfolgt.

Man kann in der Metallbearbeitung aus dem gebohrten Spangewicht genaue Schlüsse auf die Motorleistung zu vergleichender Maschinen ziehen, auch wenn die Bohrerdurchmesser und Drehzahlen verschieden sind. Bei dem Bohren von Gestein liegen die Verhältnisse insofern nicht so klar, als die Menge des herausgeschafften Materials zunächst sehr davon abhängt, welche Art Maschine (Dreh- oder Schlagbohrmaschine) sich für das betreffende Gestein gerade am besten eignet, und welchen Bohreranschliff man gewählt hat. Diese beiden Faktoren liegen nach meinen Versuchen durchaus nicht gleich für die verschiedenen Gesteinsarten. In homogenem weichem bis mittelhartem Mauerwerk kann die Drehbohrmaschine mit Hartmetallbohrer ihre Wirtschaftlichkeit gegenüber der vorstehenden Feststellung sicherlich verbessern, oder wenn in weichem Kalkstein ein Schlagbohrer mit vierschneidiger Krone gut arbeitet, so handelt man nach meinen Erfahrungen immer richtig, in hartem Beton oder Granit einen meißelartigen Anschliff zu wählen, der weniger Widerstand bietet. Würde man einen solchen Bohrer auch in weichem Gestein verwenden, so setzt sich die flache Schneide schnell fest und der Bohrer kann nicht mehr gedreht werden.

Wenn es demnach auch nicht möglich ist, eine Methode zu nennen, die in a l l e n Fällen die absolut günstigste ist, so kann ich meine Ansicht doch dahin zusammenfassen, daß beim Stemmen kleinerer Löcher die maschinelle Schlagarbeit mit hohen Schlagzahlen doch einen großen Vorteil bietet und in jedem Gestein anwendbar ist. Nur wenn die verlangte Stemmleistung größer wird (größerer Lochdurchmesser, Schlitze stemmen usw.), sollte man auf größeren Hub des Kolbenhammers sehen, auch wenn eine Verminderung der Schlagzahl damit verbunden ist. Für schwerste Stemmarbeiten aber (Abbrüche, Straßenbau) ist nach wie vor der Preßlufthammer durch den elektrischen Hammer nicht zu ersetzen.

Leider hat es den Anschein, als ob unsere einschlägigen Fabrikationsfirmen der elektrischen Schlagbohrmaschine nicht genügend Aufmerksamkeit widmen, vielleicht, weil einige frühere Konstruktionen sich nicht durchzusetzen vermochten. Das sollte aber kein Grund sein, die Sache auf sich beruhen zu lassen, denn es wäre doch im Hinblick auf die heimische Wirtschaft wirklich bedauerlich, wenn wir hier auf das Ausland angewiesen bleiben. Vielleicht geben diese Zeilen eine neue Anregung in dieser Hinsicht. Nur hüte man sich davor, elektrische Hämmer zum Nieten, Stemmen und Meißeln von Eisen bauen zu wollen. Die Parole muß vielmehr lauten: Für jede Arbeit das geeignete Werkzeug.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 313.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System 148 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System 148, die Formen D 12 und ZD 12, Induktionszähler für Drehstrom mit und ohne Nulleiter, hergestellt von den **Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft in Nürnberg.**

Berlin-Charlottenburg, den 12. IV. 1932.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

P a s c h e n.

Beschreibung.

Zusatz zu System 148,

die Formen D 12 und ZD 12, Induktionszähler für Drehstrom mit und ohne Nulleiter, hergestellt von den Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft in Nürnberg.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 253 vom 12. I. 1928 (ETZ 1928, S. 436) zur Beglaubigung zugelassenen Drehstromzähler der Formen D 10 und ZD 10 des Systems 148 werden auch in abgeänderter Ausführung unter den Formzeichen D 12 bzw. ZD 12 hergestellt. Diese Zähler können für Nennstromstärken von 3 ... 30 A, für Nennspannungen bis 460 V (verkettet) und für Nennfrequenzen von 40 bis 60 Hz beglaubigt werden. Sie unterscheiden sich von den bisher zugelassenen Ausführungsformen im wesentlichen in folgenden Punkten.

1. Der Querschnitt der Spannungseisen ist erhöht.
2. Der Durchmesser der Ankerscheiben ist vergrößert.
3. Die Bewicklung der Strom- und Spannungsspulen ist geändert.
4. Um den Einfluß von Temperaturänderungen auf die Meßgenauigkeit der Zähler nach Möglichkeit zu kompensieren, sind an den Polflächen des Spannungseisens kleine Bleche aus einem Material angebracht, dessen magnetische Durchlässigkeit von der Temperatur abhängig ist.
5. Die Enden der Spannungsspulen der beiden oberen Triebsysteme sind nicht direkt, sondern über eine auf dem Spannungstriebkern des unteren Systemes sitzende Zusatzwicklung mit dem Nulleiter verbunden. Diese Anordnung dient dazu, die durch das wechselseitige Zusammenwirken der Strom- und Spannungstriebflüsse der beiden oberen Systeme entstehende Drehfeldabhängigkeit der Zähler zu beseitigen.

Die untersuchten Zähler hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 8,2 ... 8,9 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,4 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 56 g ermittelt. Die Drehzahl der Zähler bei Nennlast beträgt 35 ... 45 U/min. Der Eigenverbrauch in den Hauptstromkreisen belief sich durchschnittlich auf etwa 3 · 0,34 W bei einem Zähler für 5 A Nennstromstärke und auf etwa 3 · 1,29 W bei einem Zähler für 30 A Nennstromstärke. Der Eigenverbrauch in den Spannungskreisen belief sich auf etwa 3 · 0,51 W bei 220/127 und 380/220 V Nennspannung.

[1] Reichsministerialblatt 1932, S. 179.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Die unter- und übersynchrone Regelung von Asynchronmotoren durch Mehrphasen-Kommutatormaschinen. — Die rein untersynchrone Regelung von Asynchronmotoren durch Mehrphasen-Kommutatormaschinen in Kaskadenschaltung erlaubt, bei zweckentsprechender Ausführung der Maschinen, auch für weit größere Regelbereiche als die üblichen sehr wesentliche wirtschaftliche Vorteile gegenüber der gemischten unter- und übersynchronen Regelung zu erzielen. Die Kommutatormaschine arbeitet hierbei dauernd als Motor. Wird dieser so angeschlossen, daß er in Richtung seines Drehfeldes umläuft, so können in den unter den Bürsten kurzgeschlossenen Windungen außer der durch die Kommutierung des Stromes erzeugten Spannung auch die durch das Feld, die Induktion der Ruhe und der Umdrehung induzierten Spannungen durch zwei äußerst einfache Mittel auch für größere Regelbereiche in vollkommenerem Maße aufgehoben werden. Dies ermöglicht eine Ausführung als Drehfeldmotor hoher Ausnutzung bei verhältnismäßig niederer Polzahl, mäßigem Kupfergewicht und mäßigen Abmessungen, niederen Frequenzen im Läufer und geringen Verlusten im Kupfer und im Eisen.

Bei der gemischten unter- und übersynchronen Regelung ist die Drehrichtung des Feldes der Kommutatormaschine beispielsweise bei übersynchroner Regelung im Sinne der Drehrichtung ihres Läufers und bei der untersynchronen dann dieser entgegengesetzt. Bei der letzteren erhalten dann die EMK der Ruhe und die EMK der Umdrehung im Läufer dieselbe Richtung und sind getrennt aufzuheben. Die EMK der Umdrehung wird in den Bürstenzonen dadurch unterdrückt, daß die Maschinen mit ausgeprägten Phasenpolen ausgeführt werden, und um die EMK der Ruhe und das negative Hilfsfeld in den Wendepolen niedrig zu halten, wählt man hohe Polzahlen. Diese und andere näher erläuterte Einzelheiten haben zur Folge, daß, trotzdem die umzuformende Energie kleiner wird, die Maschinen unwirtschaftlicher werden.

Bei der rein untersynchronen Regelung werden auch die Abmessungen des Hauptmotors vorteilhafter, weil er für eine gegebene minimale Drehzahl mit einer verhältnismäßig nur kleineren Polzahl auszuführen ist.

Der Vergleich wird in der Originalarbeit an zwei konkreten Beispielen durchgeführt. (A. Heyland, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 6, S. 383.)

Meßgeräte und Meßverfahren.

Selbsttätiger Temperaturregler. — Ein selbsttätiger Temperaturregler der Firma Gebr. Ruhstrat AG., Göttingen, ist seiner Arbeitsweise nach ein mit einem Thermoelement von geeignetem Verwendungsbereich verbundenes Kontaktgalvanometer mit periodischer Kontaktgebung, das über ein Schütz den Heizstrom des zu regelnden Ofens entweder schließt und öffnet oder auch — beispielsweise unter Vermittlung eines Widerstandes — entsprechend ändert (Abb. 1). In seiner Arbeitsweise ähnelt es also den bekannten Kontaktgalvanometern mit Fallbügel, vor denen es aber den sehr erheblichen Vorzug voraus hat, daß eine mechanische Berührung des Zeigers nur dann stattfindet, wenn tatsächlich die Regeltemperatur erreicht ist und die Abschaltung erfolgen soll; während der ganzen übrigen Zeit schwingen Meßsystem und Zeiger völlig frei. Diese geringe mechanische Beanspruchung ermöglicht die Verwendung der bewährten Bauarten höchster Meßgenauigkeit, so daß dadurch wiederum die Temperatur auf geringe Bruchteile des Skalenendwertes genau gehalten wird.

Die Arbeitsweise des Zeigergalvanometers ist in großen Zügen die folgende. Ein am Zeiger des Galvanometers befindlicher Ansatz tritt bei Erreichung der gewünschten Temperatur in den Bereich zweier sich periodisch öffnender und (bis auf einen kleinen Zwischenraum) schließender zangenförmiger Kontaktbacken. Solange der Ansatz nicht in diesen Zwischenraum getreten ist, besteht keine leitende Verbindung zwischen den Backen, so daß das Schütz in seiner Grundstellung — Heizstrom eingeschaltet — bleibt. Ist dagegen der Zangenkontakt durch den von den Backen erfaßten Zeigeransatz geschlossen, so schaltet der dann fließende Strom durch das Schütz den Ofenstrom ab. Die Temperatur des Ofens wird somit sinken und der Zeiger, nachdem er durch das Öffnen der Backen freigegeben ist, gegen den Nullpunkt der Skala zurückgehen. Der Ofen würde somit erkalten, wenn nicht eine weitere mit dem Zangenkontakt synchron, aber wechselseitig arbeitende Kontakteinrichtung einen entsprechenden, den Heizstrom durch das Schütz wieder einschaltenden Stromstoß geben würde. Dadurch steigt die Temperatur an, so daß sich das soeben geschilderte Spiel wiederholt.

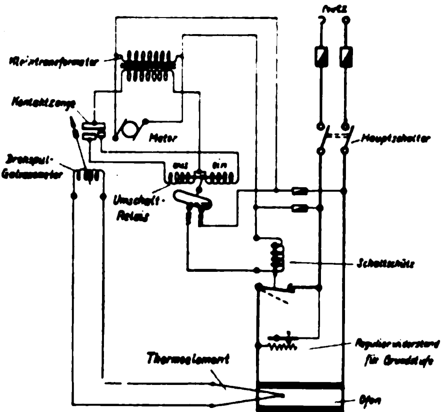


Abb. 1. Prinzip des Temperaturreglers mit Kontaktgalvanometer.

Die Ansprechempfindlichkeit beträgt rd. 0,2 % des Skalenendwertes. Eine übersichtliche 150 mm lange Skala und bequeme Einstellbarkeit sind in der Praxis besonders wertvoll empfundene Vorzüge, ebenso die völlig ungehinderte Ablesung der jeweiligen Temperatur. Das Instrument ist für Wand- oder Schalttafelmontage als Profilinstrument mit horizontaler Skala ausgebildet und eignet sich auch für rauhe und staubige Betriebe. *fi*

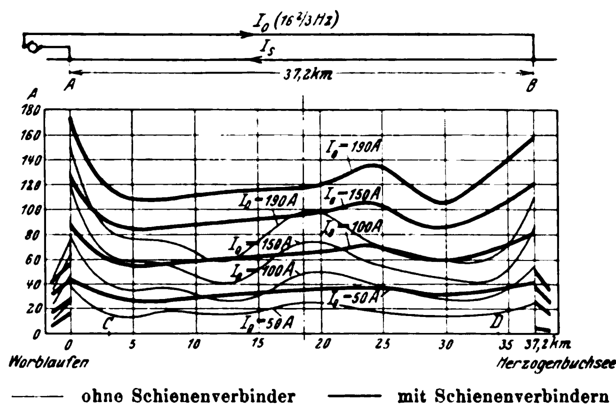
Beleuchtung.

Ultraviolettleuchten in der Beleuchtungstechnik. — Bei der Einführung ultraviolettstrahlender Lichtquellen in die Beleuchtungstechnik ist zu unterscheiden zwischen der UV.-Therapie des Arztes und der prophylaktischen Bestrahlung in Form zusätzlicher UV.-Strahlung zur künstlichen Beleuchtung. Als Basis der biologischen Wirksamkeit der Strahlung wird die Erythemschwelle (MPE) betrachtet. Davon ausgehend, daß eine tägliche Dosis von 0,1 MPE bereits eine gesundheitserhaltende Wirkung hat und daß anderseits bei einer Dosis von 10 MPE Blasenbildung durch Verbrennung auftritt, wird für die Projektierung von Beleuchtungsanlagen für den täglichen Gebrauch eine Dosis von 0,25 MPE zugrunde gelegt. Da die Messung von Bestrahlungsstärken in Beleuchtungsanlagen schwer ausführbar ist, wird empfohlen, mittels einer an die Erythemwirksamkeit angepaßten physikalischen Meßmethode im Laboratorium für die betreffenden UV.-Quellen das Verhältnis von UV.- und Lichtstrahlung zu bestimmen und für die Beleuchtungsanlagen die UV.-Werte aus den gemessenen Beleuchtungsstärken zu errechnen. Für eine Reihe von UV.-Quellen werden die zur Erreichung der Erythemschwelle notwendigen Bestrahlungswerte in Beleuchtungstärke multipliziert mit Zeit angegeben.

Die in der amerikanischen Beleuchtungstechnik verwandten UV.-Quellen (die Mazda-Typen S-1, S-2, G-1, CX) werden kurz beschrieben. Die wichtigsten Daten der Lampen sind in einer Tafel zusammengestellt. Die Frage der zweckmäßigen Ausbildung der Armaturen wird besprochen, ferner werden eine Reihe bereits entwickelter Geräte in Zweck- und dekorativen Formen für Stativ-, Tisch- und Hängemodelle beschrieben. Im Anschluß daran werden Anweisungen für die Projektierung und Installation von Bestrahlungsanlagen gegeben. Ausführlich wird die Verwendung der UV.-Quellen in der Geflügelzucht behandelt. Hierbei werden auch Angaben über die Wirkung der UV.-Strahlung auf die Legetätigkeit, das Wachstum und den Gesundheitszustand des Geflügels gemacht. (L. C. Porter, C. E. Egeler u. W. Sturrock, Trans. Amer. Illum. Engr. Soc. Bd. 27, S. 23.) *Z.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Einfluß der Leitfähigkeit der Schienen von Wechselstrombahnen auf die Höhe der induzierten Spannung in benachbarten Fernmeldeleitungen. — Die verhältnismäßig hohe Induktionswirkung einer Wechselstrombahn — auch der Oberschwingungen einer Gleichstrombahn — auf benachbarte Fernmeldeleitungen rührt daher, daß ein großer Teil des Stromes nicht über die Fahrschienen, sondern über Erde zurückfließt und daß die Induktionswirkung der weiten Schleife Fahrleitung—Erde wesentlich größer ist als die der engen Schleife Fahrleitung—Fahrschienen. Wenn es gelingt, den Wechselstrom vollständig in den Fahrschienen zurückzuleiten — z. B. durch gute Isolation (Untergrundbahnen), durch Saugtransformatoren—, ist es möglich, die induzierten Spannungen erheblich zu senken. Die Größe des Schienenstroms und seine Abhängigkeit von den Eigenschaften des Gleises sind daher von großer Bedeutung für die Frage, ob es möglich ist, Fernmeldeleitungen an einer zu elektrisierenden Bahn zu belassen und wie sie u. U. zu schützen sind.



——— ohne Schienenverbinder ——— mit Schienenverbindern

Abb. 2. Verteilung des Schienenstroms.

Die Messung des Schienenstroms durch Einbau von Meßinstrumenten in die Schiene selbst erfordert den Einbau von Isolierstößen, was aus betrieblichen Gründen unerwünscht oder gar unmöglich ist; die Untersuchung der Stromverteilung längs des Gleises ist so nur in beschränktem Umfange möglich. Es ist auch zu berücksichtigen, daß wegen der geringen Isolation der Schienen gegen Erde durch das eingeschaltete Meßinstrument ein Teil des Stromes abgedrängt werden kann. Th. Müller schlägt daher vor, den Schienenstrom auch bei Wechselstrombahnen durch Messung des Spannungsabfalls längs einer geeigneten Schienenstrecke zu bestimmen. Bei Gleichstrom ist dies Verfahren leicht anzuwenden, bei Wechselstrom ist es wegen der geringeren Empfindlichkeit der Meßgeräte schwieriger. Müller hat für seine Messungen ein Thermokreuz benutzt, das in Verbindung mit einem Galvanometer geringen Widerstandes und einer Spannungsempfindlichkeit von 2,5 µV/Skt. bei einem Abgriff von 10 m Schiene erlaubt, Ströme von einigen Ampere an zu messen. Zur Eichung wird die Meßanordnung an ein Schienenstück von 10 m Länge angeschlossen, durch das ein bekannter Strom fließt; die Meßleitung liegt, soweit sie nicht verdrillt ist, unmittelbar an der Schiene.

Mit dieser Anordnung wurde die Verteilung des Schienenstroms längs einer Strecke von 37,2 km (Speisepunkt bis Belastungspunkt) bei künstlicher Belastung, also konstanter Stromstärke untersucht (Abb. 2). Die Kurven für verschiedene Stromstärken sind angenähert proportional. Auffällig ist die erhebliche Zunahme der Stromstärke im Gebiet 20 ... 25 km, ferner, daß die Summe der am Speise- und am Belastungspunkt nach innen und nach außen abfließenden Ströme an beiden Enden verschieden und wesentlich größer ist als der zugeführte Strom (in Worblaufen zusammen 225 A, in Herzogenbuchsee zusammen 210 A statt 190 A). Die Kurven zeigen deutlich, wie stark durch Anbringung gut leitender Schienenverbinder der Schienenstrom zunimmt. Besondere Messungen ergaben für den Widerstand eines Schienenstoßes bei mittlerer Stromstärke ohne Schienenverbinder etwa 2000 µΩ, mit Schienenverbinder etwa 350 µΩ; der Wert ohne Schienenverbinder ist stark belastungsabhängig[1]. Da der Schienenwiderstand selbst nur rd. 100 µΩ/m beträgt, ist der Widerstand der Schienenstöße für die Ausbildung des Schienenstroms ausschlaggebend. An der untersuchten Strecke betrug der Schienenstrom im Mittel vor Anbringung der Schienenverbinder 39 % des Fahrstroms, nachher 64 %, die induzierte Spannung im Bahnkabel (Abstand von der nächsten Schiene etwa 1,60 m) vorher 3,5 V/100 Akm, nach Anbringung der Verbinder an vier Schienen 1,87 V/100 Akm, ein sehr niedriger Wert, der mit der günstigen Lage des Kabels zu den Schienen zusammenhängt. Mit der induzierten Spannung nimmt auch der induzierte Kabelmantelstrom in gleichem Verhältnis ab.

Die Stromverteilung in den Schienen läßt sich unschwer rechnerisch behandeln. Nach dem Vorgang von Pleijel[2] ergeben sich für den Schienenstrom $\mathfrak{J}_s$ und die Spannung der Schienen gegen Erde $\mathfrak{V}_s$ folgende Gleichungen

$$\mathfrak{J}_s = \left(I_0 - \frac{\mathfrak{E}}{\mathfrak{R}}\right) e^{\gamma x}\, \mathfrak{Sin}\, \gamma l; \quad \mathfrak{V}_s = -\mathfrak{Z}\, \mathfrak{J}_s \text{ für } |x| \leqq -l$$

$$\mathfrak{J}_s = -\frac{\mathfrak{E}}{\mathfrak{R}} - \left(I_0 - \frac{\mathfrak{E}}{\mathfrak{R}}\right) e^{-\gamma l}\, \mathfrak{Cof}\, \gamma x;$$

$$\mathfrak{V}_s = \mathfrak{Z} \left(I_0 - \frac{\mathfrak{E}}{\mathfrak{R}}\right) e^{-\gamma l}\, \mathfrak{Sin}\, \gamma x \text{ für } |x| \leqq l$$

$$\mathfrak{J}_s = \left(I_0 - \frac{\mathfrak{E}}{\mathfrak{R}}\right) e^{-\gamma x}\, \mathfrak{Sin}\, \gamma l; \quad \mathfrak{V}_s = \mathfrak{Z}\, \mathfrak{J}_s \text{ für } |x| \geqq l$$

Darin sind I_0 der Fahrstrom, $x = -l$ der Speise- und $x = +l$ der Belastungspunkt, $\mathfrak{E}$ die in den Schienen je km induzierte Spannung, $\mathfrak{R} = R_s + j\omega L_s$ der kilometrische Scheinwiderstand der Schienen, G_s ihre Ableitung je km (die Kapazität wird gegenüber der Ableitung vernachlässigt), $\mathfrak{Z} = \sqrt{\mathfrak{R}/\mathfrak{G}_s}$ und $\gamma = \sqrt{\mathfrak{R}\,\mathfrak{G}_s}$. Die Gleichungen sind naturgemäß verschieden für die Strecke zwischen Speise- und Belastungspunkt ($|x| \leqq l$) und für die Gebiete außerhalb; man kann sie wie folgt interpretieren: Zwischen Speise- und Belastungspunkt fließt in den Schienen der „induzierte Strom" $-\mathfrak{E}/\mathfrak{R}$. Sein Spannungsabfall wird durch die induzierte Spannung kompensiert, so daß er auch keine Spannung gegen Erde erzeugt. Der Rest des Stromes, der „Rückstrom" $I_0 - \mathfrak{E}/\mathfrak{R}$, verteilt sich, wenn l groß genug ist und die außerhalb der gespeisten Strecke liegenden Gleise lang genug sind — das sei vorausgesetzt und ist auch bei den Versuchen von Müller erfüllt, je zur Hälfte nach innen und außen. In ausreichendem Abstand von den Enden ist auf der Innenstrecke $\mathfrak{J}_s = -\mathfrak{E}/\mathfrak{R}$ und $\mathfrak{V}_s = 0$. Wenn R_s klein genug ist (Strecke mit Schienenverbindern), ist $\mathfrak{E}/\mathfrak{R}$ in Phase mit I_0 und für $x = \pm l$ die Summe der Beträge der Ströme nach beiden Richtungen gleich I_0.

Bei den Messungen von Müller fällt demgegenüber zunächst die starke Schwankung von $\mathfrak{J}_s$ längs der Strecke auf. Müller hat selbst sehr einfach bewiesen, daß es sich bei seinen Messungen nur um den induzierten Strom handelt: Der Strom im Mittelgebiet blieb unverändert, wenn das Gleis in der Nähe der Enden unterbrochen wurde. (Bei Versuchen an der schlesischen Strecke Ruhbank—Liebau von 16 km Länge ist dasselbe beobachtet worden.) Der Abfall an den Enden ist offenbar das Abklingen des Rückstroms, die Zunahme bei km 25 ist nicht zu verstehen. Da der Gipfel der Kurve durch Anbringen der Schienenverbinder um etwa 5 km verlagert wurde, kann man kaum annehmen, daß es sich um eine Abhängigkeit der Gegeninduktivität von geologischen Bedingungen handelt. Auch die oben erwähnten Abweichungen der Summe der nach innen und außen abfließenden Ströme vom Gesamtstrom sind mit der Theorie kaum vereinbar. Sie würden sich ergeben, wenn der induzierte Schienenstrom etwa 0,9 I_0 wäre, mit einer Phasenverschiebung von 35°, beides ganz unwahrscheinliche Werte.

Es ist nicht unmöglich, daß diese Abweichungen mit dem von Müller benutzten Meßverfahren zusammenhängen. Wenn die Meßleitung hinreichend eng an die Schiene angeschmiegt ist, mißt das Thermovoltmeter nur den Spannungsabfall, den der Schienenstrom im Wirkwiderstand der Schiene erzeugt. Dieser Wirkwiderstand ist nicht nur frequenzabhängig (nach Müller verhalten sich die Widerstände für die Frequenzen 0, $16^2/_3$ und 40 etwa wie 1 : 3 : 5); er muß auch vom Schienenmaterial abhängen und kann daher in gewissen Grenzen schwanken. Die Auswirkung dieser Schwankungen auf das hier benutzte Meßverfahren ist etwas überraschend. Wenn auf einer Gleisstrecke der Wirkwiderstand höher ist — z. B. um 50 % — als in der Umgebung, so wird der induzierte Schienenstrom zwar kleiner sein, aber nur wenig, da er wesentlich durch den Blindwiderstand bestimmt ist; er wird also vielleicht statt 100 A nur 90 A sein. Sein Spannungsabfall ist aber

[1] Vgl. a. ETZ 1924, S. 421.

[2] Literatur siehe z. B. bei Schiller, Arch. Elektrotechn. Bd. 20, S. 252 (1928).

wegen des höheren Wirkwiderstandes um 35 % höher als in der Umgebung; man mißt also statt 90 A 135 A. Verhältnismäßig kleine Unterschiede im Wirkwiderstand können also schon ziemlich große Veränderungen des Schienenstroms vortäuschen, und zwar in verschiedener Weise für Strecken mit und ohne Schienenverbinder. Es ist bedauerlich, daß die eigenartige Stromverteilung längs der Schienen nicht durch direkte Schienenstrommessungen an einzelnen Punkten kontrolliert wurde.

In Deutschland werden bekanntlich Wechselstrombahnen in der Regel nicht mit Schienenverbindern ausgerüstet. Da die Senkung der induzierten Spannungen durch die Schienenverbinder besondere Maßnahmen an den Fernmeldeleitungen doch nicht erübrigt, hat man von dieser baulichen Erschwerung ganz abgesehen. Das wird besonders noch dadurch gerechtfertigt, daß bei neuzeitlichem Oberbau auch ohne elektrische Schienenverbinder ein Schienenstrom von 35 % des Fahrstroms entsteht und daß auch bei schlechterem Oberbau wenigstens bei hohen Stromstärken (Kurzschluß) der Schienenstrom ohne Schienenverbinder nicht wesentlich kleiner ist, als wenn die Strecke damit ausgerüstet wird. (Th. Müller, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 20, S. 220.) *kl.*

Bergbau und Hütte.

Verwendung der Bohrschrämmer im Kalibergbau. — In Kaligruben findet beim Streckenvortrieb im Steinsalz der Bohrschrämmer[1] Verwendung. Die Leistung beim Streckenvortrieb, die bisher im Durchschnitt je Mann und Schicht 35 cm betrug, konnte unter gleichen Vorbedingungen durch die Verwendung der Kalischlitzmaschine auf 77 cm je Mann und Schicht, bei einer Ortsbelegschaft von 3 Leuten, erhöht werden. Zu diesem Vorteil kommt hinzu, daß die Maschine außerordentlich billig arbeitet. Die große Arbeitstiefe wird erreicht mit einer Motorleistung von nur 6 kW (gegenüber etwa 30 kW bei Ketten- bzw. Stangenschrämmaschinen), sie hat also je Schram lediglich einen Energieverbrauch von 12 kWh. Ein weiterer Vorzug der Maschine ist der, daß es ihre Arbeitsweise erlaubt, zu gleicher Zeit beiderseits der Maschine die notwendigen Sprenglöcher zu bohren. Infolgedessen ist auch eine besondere Zeit für das Schlitzen nicht notwendig, da diese Arbeit von der Ortsbelegschaft, welche die Sprenglöcher bohrt, nebenher ausgeführt werden kann. Als Vorteil ist noch zu erwähnen die große Beweglichkeit, welche die Maschine infolge ihres geringen Gewichtes (150 kg) — das Motor- und Getriebegehäuse besteht aus dem Leichtmetall Silumin[2] — und ihrer geringen Raumbeanspruchung besitzt. Für das Heranbringen der Maschine genügt ein Mann.

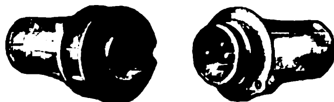


Abb. 3.

Zum Anschluß der Maschine an die von der Verteilungsanlage ausgehende Gummischlauchleitung benutzt man, wie überhaupt für Gewinnungsmaschinen, schlagwettergeschützte Kupplungsteckvorrichtungen, die so eingerichtet sind, daß ein Lösen der Verbindung nur im stromlosen Zustande möglich ist. Eine derartige von den SSW hergestellte Vorrichtung zeigt Abb. 3 in geöffnetem und Abb. 4 in geschlossenem Zustand; der Installationsteil



Abb. 4. Schlagwettergeschützter Kupplungstecker.

wird für Spannungen bis 500 V Drehstrom und eine Stromstärke bis 200 A ausgeführt. Die Benutzung erfolgt mit einem druckfesten Überstromschalter mit Spannungsrückgang-Schnellauslösung und Freiauslösung sowie mit einer fünfadrigen Leitung, um eine elektrische Verriegelung durch einen Hilfstromkreis zu erzielen. Die Steckvorrichtungen haben 3 Hauptkontakte, 1 Hilfskontakt mit kürzerem Kontaktstift und 1 Kontakt für die Erdleitung. Die 3 Stromkontakte sind auf einem anderen Kreisdurchmesser angeordnet als der Erdungskontakt. Der Hilfskontakt liegt zentrisch in der Steckvorrichtung. Ein Verwechseln der Steckkontakte ist demnach unmöglich. Beim Öffnen der Steckvorrichtung (durch Losschrauben der in der Mitte angeordneten Überwurfmutter) wird zuerst der über den kürzeren Hilfskontaktstift geführte Hilfsstromkreis des Spannungsauslösers unterbrochen, so daß der Überstromauslöser ausschaltet. Ein Schalten des Schalters ist erst möglich, wenn der Kraft- und Hilfsstromkreis geschlossen ist, also die Steckvorrichtung vollständig zusammengesetzt ist. Dadurch ist die Kupplungs-Steckvorrichtung durch den Hilfstromkreis mit dem Schalter derart verriegelt, daß ein Einsetzen und Herausnehmen des Steckers nur in stromlosem Zustande erfolgen kann. Nach Ziehen des Steckers befinden sich an der Steckvorrichtung keine spannungführenden Teile mehr.
Sgm.

[1] Vgl. ETZ 1928, S. 764.
[2] Vgl. hierzu E. Siegmund, Wie steht es mit der Verwendung von Leichtmetallen im Bergbau? Techn. Blätter der Bergwerkszeitung 1931, Nr. 27.

Fernmeldetechnik.

Vorsatzgerät für höhere Trennschärfe und Störungsverminderung. — Das Filter ist ein Schwingungskreis, bestehend aus Kondensator und Spule, der auf eine bestimmte Welle eingestellt wird. Die einfachste Anordnung eines Filters zeigt die Abb. 5. Zwischen die Antenne und den Abstimmkreis vor dem Gitter der 1. Röhre (rechts) ist ein Filter als Zwischenkreis geschaltet. Es wird durch Drehen des Kondensators so abgestimmt, daß die aufzunehmende Welle einen möglichst geringen, jede andere Welle aber einen möglichst hohen Widerstand findet. Durch diese bevorzugte Behandlung der Empfangswelle werden alle Störwellen geschwächt.

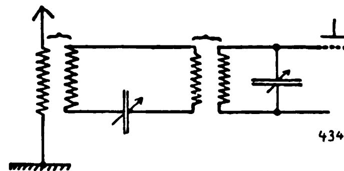


Abb. 5 Filter zwischen Antenne und Abstimmkreis.

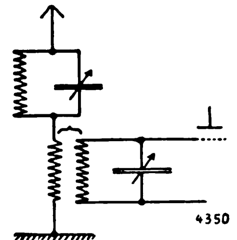


Abb. 6. Sperrkreis in der Antenne.

Ein Sperrkreis besteht ebenso wie ein Filter aus Kondensator und Spule. Jedoch wird er, wie die Abb. 6 zeigt, anders geschaltet, hier beispielsweise in die Antenne. Sein Widerstand ist am größten gegenüber der Welle, auf die er abgestimmt ist. Man kann daher durch Verändern der Kapazität des Drehkondensators eine Welle ganz besonders schwächen, während alle anderen fast ungehindert hindurchgehen.

Der Gedanke liegt nahe, beide Anordnungen gleichzeitig zur Störungsbefreiung zu verwenden. Dabei hat das Filter die Aufgabe, die gewünschte Welle besonders gut durchzulassen, alle anderen Wellen aber zu schwächen, während der Sperrkreis eine bestimmte Welle besonders wirksam unterdrückt. Das letztere wendet sich vor allem gegen den nächsten Großsender, gegen den ein Filter allein machtlos ist.

Eine wichtige konstruktive Maßnahme besteht darin, daß man die Spulen der Hilfskreise gegen ungewünschte Induktion von außen abschirmt, indem man sie in Kästen aus gut leitendem Stoff (Kupfer, Aluminium) einschließt. Zu beachten ist aber, daß dadurch die Dämpfung (der Verlustwiderstand) nicht wachsen darf, weil alle genannten Hilfskreise um so besser arbeiten, je kleiner die Dämpfung ist.

Auch die Kopplung zwischen Empfangskreis und Hilfskreis hat Einfluß auf die Wirkungsweise. Je fester die Kopplung ist, um so stärker ist die Energieübertragung, um so größer aber auch die Dämpfung und der damit verbundene Nachteil. Eine zu lose Kopplung hat aber auch keinen Zweck, weil der Hilfskreis dann nicht mehr wirkt. Es gibt daher eine mittlere Kopplung, die man durch Probieren findet, bei der die Filter- und die Sperrwirkung am besten ist.

Zur völligen Ausscheidung eines Störsenders genügen diese Maßnahmen noch nicht. Ein Teil der Störenergie dringt immer bis zum Empfangsgerät vor. Dieser wird nach dem Vorschlag des Verfassers durch eine „Gegenkopplung" vernichtet. Die Abb. 7 zeigt die von ihm angegebene Schaltung. Im oberen Teil des Bildes sieht man den mit der Antenne gekoppelten Sperrkreis, der die Störenergie aus der Antenne heraussaugt und einer Verstärkerröhre zuführt. Mit dem unteren Teil der Antenne ist das Filter gekoppelt, das die gewünschte Welle aufnimmt. Daran schließt sich ein Widerstand (durch ein Rechteck dargestellt), der die gesamte aufgenommene

Energie schwächt. Nun folgt eine Koppelvorrichtung, mit deren Hilfe die dem Sperrkreis entnommene verstärkte Störenergie dem Empfangskreis zugeführt wird. Die im Empfangskreis durchgedrungene Störspannung und die hier induzierte Spannung haben bei richtiger Polung der Koppelspulen eine Phasenverschiebung von 180°. Sind ihre Amplituden gleich, so heben sie sich auf, und die Störwelle verschwindet vollkommen. Durch die passende Wahl des Schwächungswiderstandes und der Verstärkung bzw. der Kopplung kann man dies stets erreichen.

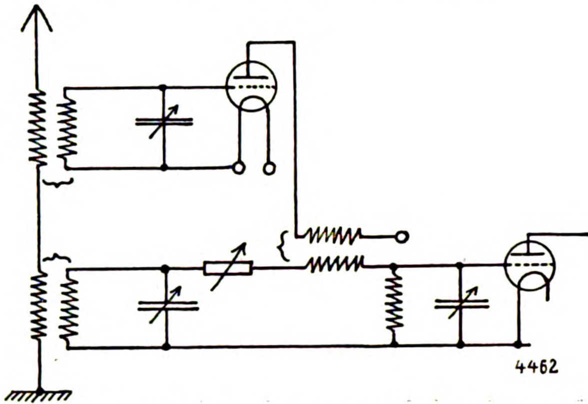


Abb. 7. Vorsatzgerät mit Gegenkopplung zur Störungsbefreiung.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend hat der Verfasser ein „Vorsatzgerät für höhere Trennschärfe und Störungsverminderung" entwickelt, dessen Bauanleitung die zweite Veröffentlichung enthält. Das Gerät kann jedem normalen Empfänger vorgeschaltet werden und gibt einen sehr störungsfreien Empfang. Auch aperiodische Störgeräusche sollen dadurch abgeflacht werden, so daß sie nicht so hart auf das Ohr treffen. In dem Bauplan ist eine in Stufen veränderliche Kopplung zwischen der Antenne und den Hilfkreisen, eine in drei Stufen einstellbare Widerstandschwächung und eine stetig regelbare Verstärkung vorgesehen. (Th. Eckert, Funk 1931, S. 245 u. 259.) *Mbt.*

Allgemeiner Maschinenbau.

Anwendung des Sphaero-Prinzips im Pumpenbau. — Das Sphaero-System, welches durch A. Wicha erschlossen wurde, lehnt sich in keiner Weise an bisher bekannte Pumpenarten an. Da die Wirkungsweise zeichnerisch nicht dargestellt werden kann, sei, ohne besonders auf Einzelheiten einzugehen, folgendes erwähnt. Die Pumpe besteht aus einem zweiteiligen, kugelförmigen Gehäuse mit zwei Stirnseiten, einer diskusförmigen Wälzkolbenscheibe mit einem Schlitz (Abb. 8), einer kugelförmig

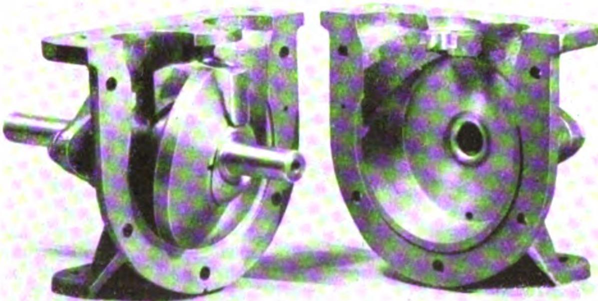


Abb. 8. Innenansicht der Pumpe.

im Kurbellager durchgebildeten Kurbelwelle mit einer zylindrischen Eindrehung, dem sog. Kurbelzapfen, der zur Achse geneigt ist, und einem Schieber mit Bolzen, dem sog. drehbeweglichen Widerlager. Der Bolzen ist im Gehäuse drehbar befestigt; der Schieber greift in den Schlitz der Wälzkolbenscheibe ein, die auf dem Kurbelzapfen gleitet.

Bei der Drehbewegung der Antriebswelle, deren Lage und Drehrichtung beliebig sein kann, wird die Wälzkolbenscheibe durch das drehbewegliche Widerlager in eine taumelnde Bewegung versetzt, die ähnlich einer schleifenförmigen Kurve ist, d. h. der mathematischen Lemniskate nahekommt. Die Wälzkolbenscheibe wälzt sich bei dieser Bewegung mit ihren Stirnflächen auf den Stirnflächen des Gehäuses ab, ohne daß jedoch zwischen Förderelement und Pumpengehäuse eine metallische Berührung besteht. Dadurch sind geringer Verschleiß, große Betriebsicherheit und Anwendbarkeit zur Förderung aller Flüssigkeiten mit verschiedener Zähigkeit, Temperatur und spezifischem Gewicht sowie mit stück- oder staubförmigen Beimengungen gegeben. Die Pumpe ist doppeltwirkend, d. h. der Innenraum des Gehäuses wird stets in vier Kammern geteilt, wobei sich jeweils ein Saug- und ein Druckraum auf jeder Stirnseite der Scheibe befinden, deren Größenverhältnis zueinander von der Stellung der Scheibe abhängt, deren Inhalt als Summe — also der 4 Kammern — aber konstant bleibt. Hierdurch wird die vollkommen gleichförmige Förderleistung und damit auch Wegfall des Druckwindkessels erzielt. Da das Förderelement zugleich als Steuerorgan wirkt, arbeitet die Pumpe ventillos.

Allgemein betrachtet zeigt die Pumpe noch folgende Vorteile: kleines Gewicht und Größe, einfache Herstellungsweise, große Förderleistungen und infolge Fehlens aller schädlichen Räume größtmögliche Saughöhe bis 9,7 m bei selbstansaugender Wirkung, daher auch größter volumetrischer Wirkungsgrad bis 98 %. Beliebig große Druckhöhen lassen sich ohne Konstruktionserschwerung durch Verschieben der Größenverhältnisse der Arbeitsteile untereinander erzielen. Gute Stromführung schafft erschütterungsfreien Lauf.

Diese Pumpen werden u. a. direkt auf das vordere Motorlagerschild angeflanscht, ohne jedoch eine wesentliche Veränderung desselben zu bedingen (Abb. 9). Als Pumpenwelle wird dabei der für die Antriebscheibe bestimmte Wellenstumpf verwendet. Dadurch wird eine besondere Lagerung der Welle innerhalb der Pumpe überflüssig, da die beim Motor vollauf genügt. Auf diesen Wellenstumpf wird die mit dem Kurbelzapfen ausgebildete Kugel, die sog. Kugelwelle, aufgeschoben und befestigt. Für die Lagerung der Wälzkolbenscheibe auf dem Kurbelzapfen findet ein selbstschmierendes Lagermetall Verwendung. Eine nachziehbare Spezialpackung verhindert das Eindringen von Feuchtigkeit in den Motor.

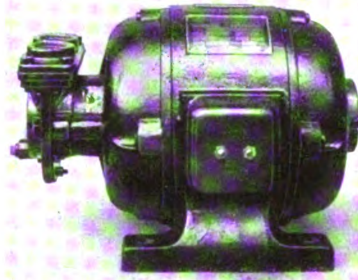


Abb. 9. Hauswasser-Pumpensatz.

An den Motorenbau werden in bezug auf Wicklung usw. keine besonderen Ansprüche gestellt. Der Anlaufstrom ist kleiner als bei anderen Pumpensystemen, und bei Inbetriebsetzung kann die Sphaero-Pumpe in den ersten Sekunden als Luftpumpe arbeiten und benötigt daher nur einen geringen Teil der nominellen Leistung. Außerdem ist das Schwungmoment, welches der Motor aufzubringen hat, bedeutend kleiner, da keine rotierenden Elemente vorhanden sind. Die auf dem Markt befindliche Type hat eine maximale Förderleistung von 3500 l/h bei einer maximalen Druckhöhe von 40 m; die maximale Antriebsleistung beträgt 0,7 PS, das Gewicht 3 kg. Die Lizenzverwaltung geschieht durch die Firma K. J. O. Joosten, Leipzig C 1. *Rsw.*

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Die Stromabgabe der Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft, Berlin, in deren eigenen Betrieben und Pachtungen einschl. der Gesellschaften, an denen die ELG maßgeblich beteiligt ist, hat sich 1931 von rd. 391 auf rd. 364 Mill kWh verringert. Ersparungen auf allen Gebieten des kaufmännischen und technischen Betriebs konnten den Ausfall an Stromeinnahmen nur in beschränktem Maß ausgleichen, weil in den Gesamtausgaben des Unternehmens die beweglichen Kosten nur einen verhältnismäßig kleinen Anteil gegenüber den festen Kosten für Zinsendienst und Abschreibungen ausmachen. Auch wirkten sich die früher schon erwähnten Ertragsminderungen

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 612.

einiger Tochtergesellschaften ungünstig aus. „Welche Rückgänge die Stromeinnahme in unseren Betrieben und Unternehmungen im laufenden Jahre durch Tarifsenkungen erfahren wird, die uns die 4. Notverordnung auferlegt, ist z. Z. nicht völlig zu übersehen. Wir haben uns vielfach zu Nachlässen verstehen müssen, die weit über die Ersparnisse hinausgehen, die uns aus der Senkung der Betriebsmaterialpreise, der Löhne und Gehälter erwachsen. Auf einen Ausgleich durch die Zunahme des Stromabsatzes ist bei der heutigen Not der Wirtschaft nicht zu rechnen." Im neuen Geschäftsjahr hat die Regierung des Freistaats Mecklenburg-Schwerin von dem Übernahmerecht für das Überlandgebiet des Elektrizitätswerks Rostock Gebrauch gemacht[2]. Betriebsergebnisse: 2 795 753 RM (i. V. Betriebsgewinn: 4 123 862 RM), Einnahmen aus Effekten, Beteiligungen, Zinsen usw.: 4 506 070 RM (Gewinn daraus: 4 003 810 RM i. V.), Reingewinn: 2 145 630 RM (4 340 477 i. V.), Dividende: 5 % auf 40 Mill RM StAK. (10 % i. V.).

Die nutzbare Stromabgabe der Elektrizitäts-AG. Mitteldeutschland, Kassel, ist 1931 von 71,069 auf 70,039 Mill kWh gefallen, d. s. unter Berücksichtigung der nur neunmonatigen Lieferung im Gebiet der Stadt Göttingen 4,7 % weniger als 1930. Die Strompreise lagen schon vor der durch die Notverordnung veranlaßten Senkung mit durchschnittlich 31,43 Pf für Licht und 17,73 Pf/kWh für Kleinkraft wesentlich unter dem Reichsdurchschnitt und sind auch erheblich niedriger als die allgemein üblichen Preise vor dem Krieg. Die Belieferung des Rotenburger Versorgungsgebiets wurde durch Vollendung der Schaltstation Bebra gesichert. Für die Belieferung des Wesergebiets soll die für 15 kV umgebaute von der Preag erworbene Gittermastleitung Hardegsen-Bodenfelde dienen. Das 20 kV-Netz der Betriebsverwaltung Marburg erhielt Anschluß an das Umspannwerk Gießen. Zur Zeit bewirtschaftet die Gesellschaft 722 Ortsnetze. Obwohl der Umsatz der Bauabteilung in den ersten neun Monaten befriedigte, ist der Jahresumsatz wegen der darauf folgenden Verringerung der Aufträge um etwa 10 % hinter dem des Vorjahres zurückgeblieben. Die durch Sparmaßnahmen ermöglichte Strompreisermäßigung beträgt im Durchschnitt 3 %. Bei der Elektrizitätsgesellschaft Fulda AG. hat sich der Stromumsatz von 18,5 auf 17,5 Mill kWh vermindert. Betriebsüberschuß: 4 232 775 RM (4 176 286 i. V.), Zinserträge: 31 301 RM, Reingewinn: 760 701 RM (1 224 016 i. V.), Dividende: 3 % bei 28 Mill RM AK. (5 % i. V.).

Das Großkraftwerk Erfurt AG., Erfurt, hat 1931 49,146 Mill kWh erzeugt (53,451 i. V.) und an die Stadt Erfurt sowie an das Thüringenwerk zusammen 45,855 Mill kWh verkauft (50,242 i. V.). Die Stromabgabe ist somit gegen 1930 um 8,4 % gesunken. Nach Inbetriebnahme des neuen Dampfteils der 12 800 kW-Turbine wird eine etwa 13prozentige Dampfersparnis erreicht. Erträgnisse: 1 699 534 RM (2 060 585 i. V.), Reingewinn: 213 764 RM (224 546 i. V.), Dividende wieder 5 % auf 3,850 Mill RM AK.

Die Stromerzeugung des Elektricitätswerks Südwest AG., Berlin-Schöneberg, betrug 1931 49,669 Mill kWh und der Bezug von der Bewag 45,853 Mill kWh (46,608 i. V.), die Summe mithin 95,522 Mill kWh. Nutzbar abgegeben wurden 80,539 Mill kWh (82,632 i. V.), d. s. 2,53 % weniger als im Vorjahr. Die Lieferung für Bahnbetriebe ist um 4,7, die für Beleuchtung und Kraft in Niederspannung um 3,12 % gesunken, während die von Drehstrom in Hochspannung 15,34 % mehr ausmachte. Die Zahl der Verbraucher hat sich von 101 924 auf 106 155 erhöht. Betriebserträgnis: 13 721 660 RM (Betriebsgewinn: 12 042 973 RM i. V.), außerordentliche Erträge: 251 708 RM, Gewinn: 3 184 620 RM (i. V. Überschuß: 3 670 870 RM), Dividende: 6 % auf 50 Mill RM AK. (7 % i. V.).

Vom Ostpreußenwerk AG., Königsberg Pr., wurden 1931 ohne Eigenverbrauch insgesamt 81,220 Mill kWh erzeugt (83,621 i. V.), davon im Kraftwerk Elbing 49,771, in den Wasserkraftwerken Friedland und Gr. Wohnsdorf 31,226 Mill kWh. Der Bezug von Fremdstrom ist von 3,950 auf 7,684 Mill kWh gestiegen. An das eigene Netz hat die Gesellschaft 88,904 Mill kWh abgegeben (87,571 i. V.) und ihren Abnehmern sowie in eigene Niederspannungsnetze 76,407 Mill kWh geliefert (74,582 i. V.). Die Leitungs- und Transformatorenverluste sind von 14,8 auf 14,1 % der bereitgestellten Kilowattstunden gefallen. Die höchste Spitzenleistung blieb mit 25 060 kW um 5 % hinter der des Vorjahres zurück; ihre Benutzungsdauer hat sich von 3300 auf 3500 h verbessert. Das 60 kV-Netz war am Ende des Berichtsjahres unverändert rd. 543 km lang. Betriebseinnahmen: 9 117 474 RM (8 771 506 i. V.), Reingewinn mit Vortrag: 846 007 RM (830 722 i. V.), Dividende: wieder 3 % auf 26 Mill RM AK.

Wie die Kraftübertragungswerke Rheinfelden für 1931 berichten, kam zu der ziemlich günstigen Wasserspende des Rheins noch die Vollinbetriebnahme des Kraftwerks Ryburg-Schwörstadt, so daß die verfügbaren Arbeitsmengen mehr als ausreichten und das Dampfkraftwerk Wyhlen nicht in Betrieb zu kommen brauchte. Die verkaufte Strommenge ist gegen das Vorjahr weiter um etwa 6 % gesunken. Der Strombedarf für Licht und Wärme (Kleinkunden) hat weiterhin zugenommen, die Zahl der Heißwasserspeicher ist um fast 9 %, die der Kochherde um nahezu das Fünffache gegenüber 1930 gestiegen. Eine Prüfung der Strompreise hat ergeben, daß eine weitere allgemeine Senkung ohne Gefährdung des Unternehmens nicht möglich sei. Außerdem gehören die Preise der Berichterstatterin zu den niedrigsten in Deutschland; z. B. betrug 1931 der Durchschnittserlös aus dem Kleinverkauf nur 19,2 Pf/kWh. Die Baukosten des Kraftwerks Ryburg-Schwörstadt sind einschl. der Schaltanlagen der Partner um mehr als 4 Mill Fr unter der veranschlagten Summe geblieben. Mit der Fertigstellung aller Bauarbeiten des Schluchseewerks, an dem die Berichterstatterin mit 7,5 % beteiligt ist, kann erst im neuen Geschäftsjahr gerechnet werden; die Baukosten werden infolge nicht vorhersehbarer Schwierigkeiten bei der Ausführung und einer etwas größeren Ausgestaltung des Werks den Kostenanschlag erheblich überschreiten. Betriebsüberschuß: 2 993 869 RM (3 890 779 i. V.), verschiedene Einnahmen: 627 824 RM (485 917 i. V.), Gewinn: 945 526 RM (1 716 855 i. V.), Dividende: 6 % auf 15 Mill RM AK. (10 % i. V.).

Die gesamte Stromabgabe des Elektrizitätswerks der Stadt Aachen ist 1930 bei 30,514 Mill kWh gegenüber dem Vorjahr um 2,5 % gesunken, u. zw. wegen schlechter Beschäftigung der Industrie. Einschl. des Eigenverbrauchs betrugen die Erzeugung 23,411 Mill kWh (24,181 i. V.), der Bezug 12,735 Mill kWh (13,460 i. V.) und die Abgabe am Verbrauchsort 30,514 Mill kWh (31,295 i. V.). —

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

„Volta" als Warenzeichen für elektrothermische Apparate und elektrische Haushaltungsgeräte nicht eintragbar. — Eine ausländische Firma hatte das Wort „Volta" für elektrothermische Apparate und elektrische Haushaltungsgeräte aller Art als Warenzeichen angemeldet. Die Anmeldung ist durch Zwischenbescheid der Prüfungsstelle für Klasse 23 vom 15. IV. 1931 wie folgt beanstandet worden:

„Der Name „Volta" wird in Verbindung mit Bezeichnungen von elektrischen Erscheinungen oder von in der Elektrotechnik verwendeten Gegenständen stets in dem Sinne verwendet, daß es sich um Vorgänge oder Einrichtungen handelt, die auf den von Volta erforschten Erscheinungen beruhen oder zu den von ihm gemachten Erfindungen in Beziehung stehen. In diesem Sinne wird die Bezeichnung „Volta" auch für die angemeldeten Waren vom Verkehr aufgefaßt werden; sie enthält somit lediglich Angaben über die Beschaffenheit und Bestimmung der Ware. Gemäß § 4 Z. 1 des Gesetzes zum Schutze der Warenbezeichnungen wird daher die Eintragung des Zeichens versagt werden müssen.

Bemerkt wird noch, daß das Wort „Volta" bereits früher aus den gleichen Gründen von der Eintragung ausgeschlossen worden ist.

Außerdem erscheint das Zeichen nicht geeignet, die Waren eines Geschäftsbetriebes von den Waren eines anderen Geschäftsbetriebes zeichenrechtlich zu unterscheiden (§ 1, a. a. O.)."

Durch Beschluß vom 15. VII. 1931 hat die Prüfungsstelle dem Zeichen die Eintragung mit folgender Begründung versagt:

„Es mag vielleicht zutreffen, daß die speziellen Erfindungen des italienischen Physikers Volta auf die Waren der Anmeldung nicht bezogen werden können. Dies ist jedoch nicht entscheidend. Die angemeldeten Waren gehören dem großen elektrotechnischen Warengebiet an, auf welchem Gebiet auch die Erfindungen Voltas liegen. Bei der Bedeutung dieser Erfindungen und der Bekanntheit des Namens des Erfinders erscheint das angemeldete Wort für das gesamte Warengebiet nicht schutzfähig. Dies um so mehr, als sich die Waren der Anmeldung an weiteste Verbraucherkreise wenden, denen eine

[2] Das in der ETZ 1931, S. 613, erwähnte von der ELG eingeleitete Schiedsgerichtsverfahren ist nunmehr durch einen Vergleich mit der mecklenburgischen Regierung bzw. dem MEW beendet worden. Danach gehen die zur Überlandzentrale Rostock gehörenden Elektrizitätsanlagen im Osten des Freistaats am 1. IV. 1933 auf das MEW über, das gemäß einem bis 1953 laufenden Vertrag durch Fernstromlieferung der ELG die Versorgung von Rostock und Warnemünde sichert. Das dortige Kraftwerk Bramow bleibt als Spitzenwerk bestehen.

Kenntnis der besagten Erfindungen im einzelnen vielfach abgeht. Die Eintragung im Heimatlande, für die noch andere Gründe mitgesprochen haben mögen, ist nicht ohne weiteres maßgebend, da Art. 6 Abs. 2 Z. 2 des Pariser Unionvertrages den anderen Verbandsländern das Recht zur Beanstandung gibt.

Der Hinweis der Anmelderin auf die Warenzeichen 89 454, 199 128 und 202 339 räumt auch nicht die Bedenken der Prüfungsstelle aus § 1 des Warenbezeichnungsgesetzes aus, da diese Zeichen teils für andere Waren geschützt sind, teils weitere unterscheidungsfähige Bestandteile aufweisen. Nr. 89 454.)"

Auf die hiergegen gerichtete Beschwerde der Anmelderin hat die Beschwerdeabteilung durch Rückfrage bei führenden Verbänden und Industriefirmen der Elektrotechnik Ermittlungen angestellt und dann durch Entscheidung vom 2. III. 1932 — E. 22 533 B 336/31 C — den Beschluß der Vorinstanz aus nachstehenden Gründen bestätigt:

„Der Beschwerde mußte der Erfolg versagt bleiben. Das angemeldete Zeichen besteht ausschließlich aus dem Worte Volta und ist für elektrothermische Apparate und elektrische Haushaltungsapparate aller Art bestimmt. Auch bei voller Würdigung des Beschwerdevorbringens kann das angemeldete Zeichen für die Waren der angemeldeten Art nicht für schutzfähig erachtet werden. Die Forschungen des italienischen Physikers Volta auf dem Gebiete der elektrischen Erscheinungen sind derart bedeutsam gewesen, daß noch heute sein Name mit der Elektrotechnik eng verknüpft ist. Es sei an die Wörter und Wortbildungen Volta-Induktion, Voltasches Element, Volta-Elektrizität, Voltameter, Voltaisation (Elektrotherapie), voltaisch (= galvanisch), Voltaismus (Galvanismus), Voltalampe (eine bei genau 35 Volt brennende Bogenlampe) usw. erinnert. Infolgedessen würde das Käuferpublikum, dem dieser Name auf den Gegenständen der angemeldeten Art begegnet, diese zu den Ergebnissen der Voltaschen Forschungen in Beziehung bringen. Dabei ist es vom warenzeichenrechtlichen Standpunkt unerheblich, ob der technisch Gebildete erkennen würde, daß die Voltaschen Gesetze bei der Herstellung oder dem Gebrauch der fraglichen Gegenstände nach dem heutigen Stande der Technik nicht angewendet werden. Denn Warenzeichen sind nicht nur für Fachkundige, sondern für das breite Publikum bestimmt, dem eingehende Fachkenntnisse fehlen. Solche Käufer, die wohl den Namen Volta kennen, nicht aber Näheres über seine Forschungen wissen, würden das Wort „Volta" nicht als Warenzeichen ansehen, sondern in ihm einen Hinweis auf gewisse mit dem Namen Voltas verknüpfte elektrische Eigenschaften der Waren erblicken.

Überdies ist die bekannte Maßeinheit für die elektrische Spannung, das Volt, nur eine Abkürzung des Namens Volta und zu Ehren des bekannten Physikers so genannt. Die Ähnlichkeit beider Wörter läßt es, schon um unliebsamen Verwirrungen im Verkehr vorzubeugen, nicht angezeigt erscheinen, das Wort Volta als Warenzeichen zu schützen. Aus diesen Gründen haben sich auch die führenden Verbände und Industriefirmen der Elektrotechnik überwiegend für die Freihaltung des Wortes Volta ausgesprochen. Die zergliedernde Beurteilung der Auskünfte im Schriftsatz der Anmelderin vom 4. II. 1932 wird ihrem wesentlichen Ergebnis nicht gerecht. Ohne daß es weiterer Ermittlungen bedurfte, war daher der angefochtene Beschluß zu bestätigen." Dr. Giese.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Erscheinen des IV. Bandes der „Geschichtlichen Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik".

In der vom Elektrotechnischen Verein zu Berlin herausgegebenen Sammlung „Geschichtliche Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik" ist soeben als Band IV **„Die Entstehung der internationalen Maße der Elektrotechnik"** von Geh. Regierungsrat Professor Dr. Wilhelm Jaeger in Berlin im Umfange von 101 Seiten mit 23 Abbildungen und einem alphabetischen Namen- und Sachregister erschienen. Unter den Abbildungen sind 18 Bildnisse von namhaften Gelehrten enthalten, die in der Entwicklung der Elektrizitätslehre und Elektrotechnik eine wichtige Rolle gespielt haben. In erster Linie sind die Bildnisse derjenigen Gelehrten aufgenommen worden, deren Namen zur Benennung der elektrischen und magnetischen Einheiten Verwendung gefunden haben, sowie einiger anderer, die sich in der Frage der Einheiten besondere Verdienste erworben haben (Ampère, Coulomb, Faraday, Gauß, Henry, Joule, Lord Kelvin (William Thomson), F. Kohlrausch, Maxwell, Oersted, Ohm, Lord Rayleigh, Werner v. Siemens, Volta, Warburg, Wilhelm Weber, Weston).

Eine Darstellung der geschichtlichen Entwicklung der elektrischen Einheiten ist gerade jetzt besonders aktuell, da am 5. Juli d. J. der Internationale Elektrizitätskongreß in Paris zusammentritt, der auch als 50 Jahr-Feier des ersten Elektrikerkongresses in Paris i. J. 1881 gelten soll, auf dem zum ersten Male internationale Beratungen über die elektrischen Einheiten abgehalten und Beschlüsse darüber gefaßt wurden. Der Verfasser des jetzt erschienenen IV. Bandes hat selbst wesentlichen Anteil an der Entwicklung der internationalen Einheiten genommen, da er seit Begründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt i. J. 1887 bei dieser Behörde bis vor wenigen Jahren tätig gewesen ist und zusammen mit verschiedenen Mitarbeitern die empirisch definierten elektrischen Grundeinheiten zum ersten Male mit sehr großer Genauigkeit verwirklicht hat. Er erschien daher dem Elektrotechnischen Verein besonders geeignet, die geschichtliche Darstellung zu verfassen, zumal er sich auch früher schon auf diesem Gebiete vielfach literarisch betätigt hat.

Die Darstellung bildet nicht etwa eine trockene Aufzählung der einzelnen Vorgänge, Kongresse, Beschlüsse, Gesetze usw., sondern schildert in anschaulicher Weise die Zustände auf dem Gebiete der elektrischen Messungen zu verschiedenen Zeiten von 1881 ab und behandelt einige damit in Zusammenhang stehende wichtige allgemeine Fragen näher sowie die Differenzpunkte in den Ansichten der Teilnehmer an den Kongressen usw.

Band IV der Geschichtlichen Einzeldarstellungen bildet daher ein wertvolles Dokument für die Entstehungs-

(Fortsetzung s. S. 661.)

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 4 Wilhelm 8864 ... 68
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Kommission für Freileitungen.

Die Kommission hatte in ETZ 1931, S. 1396, und 1932, S. 113, bekanntgegeben, daß die Normblätter DIN VDE 8007 „Kappenisolatoren Reihe K" und 8008 „Vollkernisolatoren Reihe MK" zurückgezogen würden, und daß bis zum Erscheinen der neuen Ersatzblätter die Werte für die Bruchlast sowie die 1 h-Prüflast und 1 min-Prüflast unverändert Gültigkeit haben.

Nachstehend wird der Entwurf zu dem Ersatzblatt für Vollkernisolatoren als

DIN VDE 8009 „Starkstrom-Freileitungen Vollkernisolatoren Reihe VK"

bekanntgegeben.

Einsprüche gegen diesen Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 31. VIII. 1932 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Gleichzeitig wird mitgeteilt, daß das Ersatzblatt für das zurückgezogene Normblatt DIN VDE 8007 demnächst bei dem Beuth-Verlag, G. m. b. H., Berlin S 14, Dresdener Straße 97, bezugsfertig sein wird.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Noch nicht endgültig

Starkstrom-Freileitungen

Vollkernisolatoren Reihe VK

Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 8009

Maße in mm

Ersatz für DIN VDE 8008

Freiliegende Flächen des keramischen Teiles glasiert.

Bezeichnung eines Vollkernisolators Größe 2, ... [1])
Vollkernisolator VK 2 VDE 8009 . . . . . [1])

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VDE-Bezeichnung	Keramischer Teil				Klöppelpfannen, passend zu Klöppel mit Nennmaß d	Baulänge B eines Isolators	Bruchlast t mind.	Prüflast t	
	Höhe H	Tellerdurchmesser D_1	D_2	Strunkdurchmesser D_3 mind.				1 min	1 h
VK 1	140	170	115	50	11	205	3,0	2,0	2,0
VK 2	170	200	185	60	11	230	3,5	2,5	2,5
VK 3	240	250	250	70	16	325	6,0	4,4	4,0
VK 4	270	280	280	75	16	360	7,5	5,0	4,5
VK 5	270	280	280	85	20	375	8,5	5,4	5,0

Fehlende Maße sind freie Konstruktionsmaße.
Zulässige Abweichungen der Abmessungen ± 5 %.

[1]) Farbe, braun (oder weiß), ist bei Bestellung anzugeben.

Die Vollkernisolatoren müssen auf dem keramischen Teil mit dem Ursprungszeichen und der Jahreszahl der Herstellung versehen sein.

Die Verbindung der Kappen mit dem keramischen Teil des Isolators sowie Rippenform und Rippenzahl sind nicht genormt.

Prüfverfahren nach „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an" des VDE.

Werkstoff: keramischer Werkstoff.

Klöppelbolzen und Klöppelpfannen, Anschlußmaße nach DIN VDE 8060.

Juni 1932 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

(Fortsetzung der Vereinsnachrichten [EV] von S. 660.)

geschichte der internationalen Maße, die eine so grundlegende Bedeutung für die Einheitlichkeit aller elektrischen und magnetischen Messungen auch im internationalen Verkehr besitzen. Für alle beteiligten Kreise ist eine nähere Kenntnisnahme der in dem Bande enthaltenen Ausführungen von besonderem Wert.

Für die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins und der dem Verbande Deutscher Elektrotechniker angeschlossenen Vereine kostet das Exemplar auf dem Subskriptionswege

broschiert für das Inland 4 RM, gebunden 4,50 RM,

broschiert für das Ausland 4,20 RM, gebunden 4,70 RM

einschließlich Porto und Verpackung.

Wir bitten, die Bestellungen an die Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, zu richten.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

Bayerische Zugspitzbahn-AG., Verkehrsvertretung Berlin. Bis auf weiteres jeden Dienstag, nachm. 5½ h, Vortragsaal im Haus der Technik, Berlin, Friedrichstr. 110/112: Film „Die Bayerische Zugspitzbahn". Eintritt kostenlos.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik, Berlin. 8. VII. 1932, abds. 7½ h, gr. Hörsaal des Phys. Inst. der T. H., Kurfürstenallee, Eingang zw. Knie u. Fasanenstraße: 1. Vortrag H. Kühlewein, „Über neuere magnetische Legierungen". 2. Vortrag F. Skaupy, „Ultrastrahlen von Oxyden und Oxydgemischen. Einfluß der umgebenden Gasatmosphäre auf die Temperaturstrahlung". (Nach Versuchen von G. Ritzow.)

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Über den maßgebenden Leistungsfaktor eines Gleichrichters.

Die Arbeit von Herrn K. MÜLLER-LÜBECK (ETZ 1930, S. 1193) und die Briefe hierzu (ETZ 1930, S. 1762) veranlaßten mich, am 21. I. 1931 eine ausführliche Äußerung einzusenden. Nach einem Briefwechsel hat Herr K. MÜLLER-LÜBECK die Berechtigung meines Einwands zugegeben. In der Zwischenzeit ist der Vortrag „Kurvenform und Leistungsfaktor" von Oscar LÖBL mit Diskussionseinlage erschienen[1], welche die hauptsächlichsten Gesichtspunkte meiner Arbeit enthält, so daß ich mich mit einem Auszug meiner Arbeit begnügen kann.

Der „maßgebende" Leistungsfaktor einer Belastung mit höheren Harmonischen muß m. E. so definiert werden, daß die entsprechende ideelle Belastung der „Ersatzverbraucher" (ohne Harmonische) denselben Zuwachs in Wirk- und Scheinleistung wie die wirkliche Belastung hervorbringt. Die Grundscheinleistung (ohne Harmonische) sei N mit einem Leistungsfaktor $\cos\varphi$. Die Scheinleistung des Gleichrichters werde mit N', die Wirkleistung mit N_W' und die Blindleistung (der Grundharmonischen) mit N_B' bezeichnet. Die Scheinleistung der Grundharmonischen des Gleichrichters N_1' wird folglich $N_1' = \sqrt{N_W'^2 + N_B'^2}$ und der Leistungsfaktor der Grundharmonischen $\cos\alpha_1 = \frac{N_W'}{N_1'}$, während $\lambda_E = \frac{N_W'}{N'}$ der „elektrische" Leistungsfaktor des Gleichrichters ist.

Ist ferner $\xi_1 = \frac{N_1'}{N}$, $\beta = \frac{N'^2 - N_1'^2}{N_1'^2}$ und $\cos\alpha_0$ der maßgebende Leistungsfaktor, so wird ohne Vernachlässigung

$$\cos\alpha_0 = \cos\alpha_1 \sqrt{A + \sqrt{A^2 - B}} \tag{1}$$

wobei

$$A = \frac{2 + 2\sin\alpha_1 \frac{\xi_1}{\sin\varphi} + \left(\frac{\xi_1}{\sin\varphi}\right)^2 (1+\beta)}{4 + 4\sin\alpha_1 \frac{\xi_1}{\sin\varphi}(1+\beta) + \left(\frac{\xi_1}{\sin\varphi}\right)^2 (1+\beta)^2}$$

$$B = \frac{\left(\frac{\xi_1}{\sin\varphi}\right)^2}{4 + 4\sin\alpha_1 \frac{\xi_1}{\sin\varphi}(1+\beta) + \left(\frac{\xi_1}{\sin\varphi}\right)^2 (1+\beta)^2}.$$

Mit sehr guter Annäherung wird $\left[\left(\frac{\xi_1}{\sin\varphi}\right)^2 \text{vernachlässigt}\right]$:

$$\cos\alpha_0 = \cos\alpha_1 \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{\beta \sin\alpha_1 \frac{\xi_1}{\sin\varphi}}{1 + \sin\alpha_1 \frac{\xi_1}{\sin\varphi}}}} \tag{2}$$

und, wenn $\sin\alpha_1 \frac{\xi_1}{\sin\varphi}$ klein gegen 1 ist,

$$\cos\alpha_0 = \frac{\cos\alpha_1}{\sqrt{1 + \frac{\beta\,\xi_1 \sin\alpha_1}{\sin\varphi}}}.$$

Es kann aber angebracht sein, den Leistungsfaktor des Gleichrichters in einen Verzerrungs- und einen Verschiebungsfaktor zu teilen (vgl. Löbl[1]).

Die Frage des „maßgebenden" Leistungsfaktors im definierten Sinne könnte durch die vorstehende Entwicklung als restlos gelöst angesehen werden. Bei einer genauen Betrachtung ist dieses jedoch nicht der Fall, u. zw. aus folgenden Gründen:

1. Die Wirkung von Strömen gleicher Effektivwerte, aber verschiedener Kurvenform, ist, was Zusatzverluste und Spannungsabfälle betrifft, nicht identisch.
2. Die höheren Harmonischen, die in den Zuleitungen zum Gleichrichtertransformator fließen, gehen nicht alle zur Generatorstation, sondern verteilen sich je nach den Impedanzen auch auf sämtliche angeschlossene Verbraucher.

Die erste Tatsache geht dahin, daß man durch die obenstehende Bestimmung des maßgebenden Leistungsfaktors die Bedeutung der höheren Harmonischen meist unterschätzt, und die zweite (jedenfalls in den meisten Fällen), daß man deren Bedeutung überschätzt. Es mag ja sein, daß diese beiden entgegengesetzten Wirkungen etwa gleich groß sind, so daß es berechtigt ist, mit einem „maßgebenden" Leistungsfaktor, wie oben bestimmt, zu rechnen.

Wenn man der Gleichrichterbelastung ganz gerecht werden will, muß man sie doch meiner Meinung nach als eine Belastung mit dem Leistungsfaktor $\lambda_s = \cos\alpha_1$ betrachten und gleichzeitig als den Erzeuger von höheren harmonischen Strömen, die sich auf sämtliche angeschlossenen Apparate und Maschinen verteilen. Die Verluste und die entsprechende Erwärmung, die diese Ströme verursachen, müssen dem Gleichrichter belastet werden.

Diese höheren harmonischen Ströme entsprechen einer Scheinleistung

$$N_H = \sqrt{N'^2 - (N_W'^2 + N_B'^2)} = N_1' \sqrt{\frac{1-\lambda_z}{\lambda_z}} = \underline{N_1' \sqrt{\beta}}.$$

Nehmen wir an, daß sämtliche Anschlüsse für die höheren harmonischen Ströme eine unendlich mal größere Impedanz als die Generatorstation haben, und daß für letztere nur die Größe des Effektivwertes der Ströme von Bedeutung ist, so führt selbstverständlich diese Betrachtungsweise genau zu den gleichen Ergebnissen wie die früheren über den „maßgebenden" Leistungsfaktor.

Trondheim, 12. I. 1932. K. Faye-Hansen.

Erwiderung.

Die vorstehenden Ausführungen des Herrn Prof. FAYE-HANSEN, welche einen wertvollen weiteren Beitrag zur Klärung des Leistungsfaktorproblemes darstellen, sind berechtigt, da ich im Einklang mit FAYE-HANSEN in der Definition die Gleichheit der Wirkleistungen von gegebenem Verbraucher und Ersatzverbraucher zwar gefordert (ETZ 1930, S. 1193, zweite Spalte, Zeile 21 von oben), in der Rechnung dagegen die ξ-Werte, d. h. die Scheinleistungen der beiden Verbraucher, gleichgesetzt habe. Dieser Widerspruch entstand durch eine Spezialisierung einer allgemeineren Überlegung für nichtsinusförmige Spannung („Forschung und Technik" 1930, S. 134), in der die obige Überlegung für sinusförmige Spannung nicht ohne weiteres zu verifizieren war. Ich werde jedoch versuchen, die vorliegende Definition auch für eine beliebige Spannung zu prüfen. Nach der hier erfolgten Klärung für den Fall einer Sinusspannung habe ich nun versucht, den Definitionsvorschlag, welcher sich zunächst auf die Belastung eines Generators durch eine Grundbelastung mit Sinusstrom und durch einen Gleichrichter bezog, d. h. auf den Fall, von dem früher auch KRIJGER ausgegangen ist, zu verallgemeinern auf den wirklichkeitsnäheren Fall der Belastung eines Generators durch beliebig viele beliebig verschiedene Verbraucher. Bei einer solchen Verallgemeinerung treten dann neue Schwierigkeiten auf, da die bis jetzt besprochenen Bedingungen noch nicht ausreichen, die Bestimmungsgleichungen für die maßgebenden Leistungsfaktoren zu bilden. Ich werde diese Frage demnächst zu beantworten versuchen.

Hier soll jedoch noch einmal der oben diskutierte Fall in etwas anderer einfacherer Form vorgetragen werden. Bei dieser Rechnung soll von dem Vorteil der Lösung von LÖBL Gebrauch gemacht werden, die Bestimmungsgleichung für den maßgebenden Leistungsfaktor $\cos\tilde{\alpha}$ nach $\operatorname{tg}\tilde{\alpha}$ aufzulösen. (Die Lösungsmethode selbst ist bei LÖBL eine vektoriell durchgeführte.)

Es sei $e = \sqrt{2}\,E \sin\vartheta$ (mit $\vartheta = \omega t$) die gemeinsame Generatorspannung, $i = \sqrt{2}\,I \sin(\vartheta - \varphi)$ der Sinusstrom der Grundbelastung und $i' = \sqrt{2} \sum_\nu I_\nu' \sin(\nu\vartheta - \alpha_\nu')$ mit $\nu = 1, 2, \ldots$) der verzerrte Strom des Gleichrichters. Dann ist $N_{wr} - E I \cos\varphi + E I_1' \cos\alpha_1'$ die resultierende Wirkleistung am Generator, während die resultierende Scheinleistung N_r den Wert

$$N_r = E\sqrt{I^2 + I'^2 + 2 I I_1' \cos(\varphi - \alpha_1')}$$

hat. Der an Stelle des Gleichrichters eingesetzte Ersatzverbraucher mit Sinusstrom soll den Strom $\tilde{i} = \sqrt{2}\,\tilde{I}' \times \sin(\vartheta - \tilde{\alpha}')$ entnehmen; $\tilde{I}'$ und $\tilde{\alpha}'$ sind dabei so zu wählen, daß die resultierende Wirkleistung und Scheinleistung erhalten bleiben, dann ist $\cos\tilde{\alpha}'$ der maßgebende Leistungsfaktor des Gleichrichters. Die dazu notwendige Gleichheit der Wirkleistung $E\tilde{I}'\cos\tilde{\alpha}'$ des Ersatzverbrauchers und der Wirkleistung $E I_1' \cos\alpha_1'$ des Gleichrichters führt zu $\tilde{I}' = \frac{I_1' \cos\alpha_1'}{\cos\tilde{\alpha}}$. Setzt man diesen Wert

[1] VDE-Fachberichte 1931.

in die resultierende Scheinleistung für die Grundbelastung und Ersatzverbraucher

$$\tilde{N}_r = E\sqrt{I^2 + \tilde{I}'^2 + 2\,I\,\tilde{I}'\cos(\varphi - \tilde{\alpha}')}$$

ein und setzt die Scheinleistung N_r und $\tilde{N}_r$ einander gleich, so entsteht die Gleichung

$$\frac{I_1'^2\cos^2\alpha_1'}{\cos^2\tilde{\alpha}'} - I'^2 + 2\,I\,I_1'\sin\varphi\,(\cos\alpha_1'\,\mathrm{tg}\,\tilde{\alpha} - \sin\alpha_1') = 0.$$

Führt man darin das Verhältnis $\xi = \frac{I_1\cos\alpha_1'}{I\cos\varphi}$ der Wirkleistung des Gleichrichters zur Wirkleistung der Grundbelastung ein und drückt $\cos^2\tilde{\alpha}'$ durch $\mathrm{tg}^2\tilde{\alpha}'$ aus, so entsteht

$$1 + \mathrm{tg}^2\tilde{\alpha}' - \frac{1}{\lambda_E'^2} + \frac{2\,\mathrm{tg}\,\varphi}{\xi}\left(\mathrm{tg}\,\tilde{\alpha}' - \frac{\sqrt{1-\lambda_M'^2}}{\lambda_E'}\right);$$

darin ist λ_E' der elektrische Leistungsfaktor des Gleichrichters $\left(= \frac{I_1'}{I'}\cos\alpha_1'\right)$ und λ_M' der magnetische Leistungsfaktor des Gleichrichters $\left(= \sqrt{1 - \frac{I_1^2}{I^2}\sin^2\alpha_1'}\right)$. Dies ist eine quadratische Gleichung für $\mathrm{tg}\,\tilde{\alpha}'$, deren Lösung lautet

$$\mathrm{tg}\,\tilde{\alpha}' = -\frac{\mathrm{tg}\,\varphi}{\xi} + \sqrt{\frac{\mathrm{tg}^2\varphi}{\xi^2} + \frac{1}{\lambda_E'^2} - 1 + \frac{2\,\mathrm{tg}\,\varphi\sqrt{1-\lambda_M'^2}}{\xi\,\lambda_E'}} \qquad (1\,\mathrm{a})$$

Das ist, in etwas anderer Form geschrieben, die auf anderem Wege gewonnene Lösung von LÖBL. Im Vergleich hierzu lautet die in der vorigen Arbeit von FAYE-HANSEN angegebene Näherungsgleichung

$$\cos\tilde{\alpha}' = \frac{\cos\alpha_1'}{\sqrt{1 + \dfrac{\dfrac{\cos^2\alpha_1'}{\lambda_E'^2} - 1}{\dfrac{\mathrm{tg}\,\varphi}{\xi\,\mathrm{tg}\,\alpha_1'} + 1}}}. \qquad (1\,\mathrm{b})$$

Durch den von KRIJGER/KERN eingeführten Eigenleistungsfaktor $\cos\psi'$ (LÖBL schreibt Φ statt ψ) und Verschiebungsfaktor $\cos\varphi'$ ausgedrückt, schreibt sich Gleichung (1 a)

$$\mathrm{tg}\,\tilde{\alpha}' = -\frac{\mathrm{tg}\,\varphi}{\xi} + \sqrt{\frac{\mathrm{tg}^2\varphi}{\xi^2} + \mathrm{tg}^2\psi' + \frac{2}{\xi}\,\mathrm{tg}\,\varphi\,\mathrm{tg}\,\varphi'}. \qquad (1\,\mathrm{c})$$

Ist, wie das meist der Fall ist, $\xi/\mathrm{tg}\,\varphi$ klein ($< 0{,}1$), so ergeben Gl. (1 a) und (1 b) die praktisch genügend genaue Entwicklung

$$\mathrm{tg}\,\tilde{\alpha}' = \mathrm{tg}\,\alpha_1' + \frac{1}{2}\left(\frac{\lambda_M'^2}{\lambda_E'^2} - 1\right)\frac{\xi}{\mathrm{tg}\,\varphi}. \qquad (1\,\mathrm{d})$$

Ist jedoch $\xi/\mathrm{tg}\,\varphi$ sehr klein ($< 0{,}01$), so ist mit praktischer Genauigkeit $\cos\tilde{\alpha}' = \cos\alpha_1'$, d. h. der maßgebende Leistungsfaktor ist gleich dem Leistungsfaktor der Grundwelle (d. h. gleich dem Verschiebungsfaktor) des Gleichrichterstromes.

Berlin, 16. I. 1932.

K. Müller-Lübeck.

LITERATUR.

Besprechungen.

Hochspannungsforschung und Hochspannungspraxis. Gg. Stern, Direktor d. AEG-Transformatorenfabrik zum 31. III. 1931 gewidmet v. seinen Mitarb. Herausg. v. J. Biermanns u. O. Mayr. Mit d. Bildnis Gg. Sterns u. 264 Abb. i. Text, VIII u. 384 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geb. 28 RM, nach 10prozentiger Preisermäß. lt. Notverordn. f. d. vor dem 1. Juli 1931 ersch. Bücher geb. 25,20 RM.

Dr. Georg Stern, Direktor der Transformatorenfabrik der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, ist am 31. März 1931 in den Ruhestand getreten, nachdem er über 40 Jahre als Pionier in der vordersten Reihe der schaffenden Männer in der deutschen Elektrotechnik gestanden hat. Seine Mitarbeiter haben dies zum Anlaß genommen, ihn durch Herausgabe eines Buches zu ehren, das eine große Zahl wertvoller Beiträge aus dem Gebiet der elektrischen Hochspannungstechnik enthält, dem Stern seine Arbeit in den letzten Jahrzehnten vorwiegend gewidmet hat. Nach einigen einleitenden Darstellungen betriebs- und fabrikationstechnischer Art, z. B. über die Entwicklung der AEG-Transformatorenfabriken und ihrer Betriebseinrichtungen, über Isolation und Konstruktion von Großtransformatoren, folgen eine Reihe von Aufsätzen, die die technischen Material- und Betriebseigenschaften der Transformatoren und ihrer Zubehörteile und die Wirkungsweise der Hochleistungsschalter behandeln. Hier seien besonders einige Beiträge über Kurzschluß-, Sprungwellen- und Stoßbeanspruchung, über die Auswahl der Öle, über Löschkammern und Druckgasschalter erwähnt. Den Schluß bildet ein historischer Überblick über die Entwicklung der Hochspannungs-Schaltanlagen.

Es ist für den Leser erfreulich und nützlich, zu sehen, wie hier in einer der größten europäischen Fabriken von einem Stabe praktisch geschulter wissenschaftlicher Mitarbeiter an der immer weitergehenden Verbesserung unserer Hochspannungseinrichtungen gearbeitet wird.

R. Rüdenberg.

Erfahrungen mit Fließarbeit, Teil II, Auswertung der 1928/30 erschienenen Veröffentlichungen über Fließarb. Herausg. v. Ausschuß f. wirtschaftl. Fertigung (AWF) beim Reichskuratorium f. Wirtschaftlichkeit. Best.-Nr. AWF 226. (RKW-Veröffentl. Nr. 69.) Mit 114 S. in 8⁰. Beuth-Verlag G. m. b. H., Berlin 1931. Preis kart. 2,80 RM.

Die Schrift ist eine Fortsetzung des im Jahre 1928 (s. ETZ 1929, S. 255) erschienenen Überblickes über die Veröffentlichungen über Fließarbeit aus den Jahren 1926 bis 1927 und betrifft die Jahre 1928 bis 1930. Die Auswertung der Veröffentlichungen aus diesen Jahren ist in zwei Abschnitte gegliedert, von denen im ersten allgemeine Gesichtspunkte (Vorarbeiten und Hilfsmittel, Lohn und Soziales, psychologische und physiologische Wirkungen, Wirtschaftlichkeitsfragen) behandelt werden, während im zweiten die besonderen Erfahrungen in den verschiedensten Industriezweigen, z. B. Bergbau, elektrotechnische, chemische, Textil-, Gummi-, Bekleidungs-, Nahrungsmittel-Industrie usw. in geschlossenen kleinen Abhandlungen besprochen werden. In diesen kleinen Abhandlungen ist auf die am Schlusse der Schrift gegebene umfangreiche Literaturzusammenstellung (24 S.) hingewiesen. Ein weiter am Schlusse gegebenes Stichwortverzeichnis ist insofern von besonderem Nutzen, als einzelne Maschinen, Einrichtungen und Verfahren naturgemäß bei den verschiedensten Industriezweigen vorkommen und sich demgemäß auch in den einzelnen Literaturstellen wiederholen werden, wie z. B. Fließarbeitsmaschinen, Fördermittel, Leistungssteigerung usw. Für die neuzeitliche Fertigung kann das Buch jedem Betriebsmanne, und sei es auch lediglich, um auf dem Laufenden zu bleiben, nur empfohlen werden.

A. Witt.

Handbuch der Rationalisierung. Im Auftr. d. Vorst. herausg. v. geschäftsführ. Vorstandsmitgl. des Reichskurat. f. Wirtschaftl. Bearb. unt. Mitw. zahlr. Körpersch. u. Fachl. von Dr. Fr. Reuter. 3., vollst. neubearb. Aufl. Mit zahlr. Abb., Taf. u. 1327 S. in 8⁰. Industrieverlag Spaeth & Linde, Berlin u. Wien 1932. Preis geb. 15 RM.

Von insgesamt rd. 50 Kapiteln sind in dieser 3. Auflage etwa 20 (auf rd. 700 Seiten) vollständig neu aufgenommen bzw. neu bearbeitet worden. Die zugehörige umfangreiche Bibliographie und auch die übrigen Abschnitte des Handbuchs hat man dem neuesten Stand der Gemeinschaftsarbeit entsprechend ergänzt. Wenn es, wie das RKW sagt, „die Absicht des Buches ist, die Ergebnisse eines solchen Zusammenwirkens weitesten Kreisen bekanntzumachen, um für die Teilnahme an der Gemeinschaftsarbeit auf allen Gebieten von Wirtschaft und Technik zu werben und bei den Wirtschaftspolitikern die Überzeugung von der unbedingten Notwendigkeit solcher Gemeinschaftsarbeit weiter zu festigen", so dürfen Herausgeber und Bearbeiter mit Befriedigung auf das Resultat ihrer Bemühungen blicken. Daß innerhalb weniger Jahre drei Auflagen eines solchen Werks erscheinen konnten, ist ein Erfolg, der den Rezensenten weiterer Worte des Lobes enthebt[1].

F. Meißner.

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 657.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Krisis im System amerikanischer Holdinggesellschaften? — Die verschiedentlichen großen Effektenverluste amerikanischer, auf elektrizitätswirtschaftlichem Gebiet arbeitender Dachgesellschaften, die finanziellen Schwierigkeiten bei einigen dieser Gruppen, besonders die angespannte Lage bei der Insull Utility Investments Inc., haben in der amerikanischen Öffentlichkeit lebhafte Beunruhigung hervorgerufen. Unter der Überschrift „Die Holdinggesellschaft am Kreuzweg" untersucht in der Electr. Wld. N. Y.[1], deren Finanzredakteur H. M. Cameron die gegenwärtige Lage und die weiteren Entwicklungsaussichten dieser Unternehmungen, die bekanntlich am Aufschwung der amerikanischen Elektrizitätswirtschaft in hohem Maß beteiligt gewesen sind. Ursprünglich geplante große Fusionen und andere Transaktionen hat man seit Beginn des wirtschaftlichen Niedergangs (1929) unfertig beiseite gestellt, die Finanzierung von Elektrizitätsunternehmungen auf dem Wege über die Holdinggesellschaften ist praktisch zum Stillstand gekommen. Abgesehen von einer gewissen Dezentralisierung dürften sich bei vielen Holdinggesellschaften, deren Existenz sich als unentbehrlich erwiesen hat, keine großen Änderungen notwendig machen. Bei anderen dagegen ist eine Verschiebung des Interessenschwerpunktes von einer Kontrollausübung zur Erwerbung ausgewählter Minderheitspakete denkbar; diese Gesellschaften würden sich also mehr dem Charakter von Investmentstrusts angleichen, hätten allerdings mit den Betriebsgesellschaften, an deren Werten sie interessiert sind, eine engere Verbindung als reine Investierungsgesellschaften. Die wichtigsten Faktoren, die die künftige Entwicklung bestimmen, sind etwa folgende: das kritische Verhalten eines Teils des Anlagepublikums, die zu erwartende Veröffentlichung des Berichtes der dritten Untersuchungskommission der Regierung über die Arbeitsgebiete und -methoden der Holdinggesellschaften, das verringerte Bedürfnis nach Verschiedenartigkeit der Kapitalinvestierung zwecks stabilerer Einnahmen, die radikale Entwertung der Beteiligungs- und Effektenkonten der Holdinggesellschaften und dementsprechend ihrer eigenen Werte, die tatsächliche Weiterführung der Verbundwirtschaft, schließlich die Unfähigkeit der Holdinggesellschaften, unter den gegenwärtigen Kapitalverhältnissen vorteilhafter zu finanzieren als die Betriebsgesellschaften selbst. Cameron unterstreicht die Notwendigkeit einer Dezentralisierung bei verschiedenen Trusts und wendet sich dann dem Problem der Deckung des künftigen Kapitalbedarfs zu. Der gegenwärtige jährliche Kapitalbedarf beläuft sich für Zwecke des Ausbaus der Anlagen und der Konvertierung älterer Werte insgesamt auf rd. 1,5 Mrd $; außerdem sind wahrscheinlich noch weitere 500 Mill $ kurzfristige Kredite im letzten Jahr aufgenommen worden. Von den 14 Mrd $, die der Elektrizitätsindustrie im Lauf des letzten Jahrzehnts zugeflossen sind, entfallen 63 % auf sog. senior securities, d. h. erstrangige Papiere, und nur 37 % auf junior securities, d. h. Vorzugs- und Stammaktien. Wahrscheinlich wird es sich empfehlen, künftighin auch die zweitrangigen Werte für das Anlagepublikum so anziehend auszugestalten und mit so guten Sicherheiten zu versehen wie die mortgage bonds, die debentures und andere erstklassige Papiere. Der gesamte Kapitalbedarf der nächsten Zeit dürfte hinter dem der letzten Jahre um so weniger zurückstehen, als die Expansion der Elektrizitätswirtschaft ihren Fortgang nehmen muß, ältere Anlagen durch modernere, billiger arbeitende zu ersetzen sind und auf einer Reihe wichtiger Anwendungsgebiete (Eisenbahnelektrisierung, Industriewärme, Kochen im Haushalt usw.) noch große Aufgaben erfüllt werden müssen. Sofern die Holdinggesellschaften sich bei der Durchführung dieser Arbeiten als Führer erweisen, wird sich ihre Position noch verstärken; versagen sie bei der Ausfüllung der ihnen zukommenden finanziellen Funktionen, so wird sich der Schwerpunkt der Entwicklung unvermeidlich zu den Betriebsgesellschaften zurückverschieben.
A. Fr.

Italiens Elektroaußenhandel[2]. — Der italienische Elektroaußenhandel im Jahre 1931 zeigte eine verschärfte Fortsetzung der Entwicklungstendenzen, die 1930 zu beobachten waren. Die Einfuhr ist weiterhin gesunken, die Ausfuhr, die 1930 nur einen geringen Rückgang aufwies, hat bemerkenswerterweise um über 20 Mill L zugenommen; daher ist das Passivum des elektrotechnischen Außenhandels, das sich bereits im Vorjahr verringert hatte, 1931 sehr stark gefallen.

Auch die Entwicklung des Außenhandels in den wichtigsten elektrotechnischen Warengruppen spiegelt die verstärkte Tendenz zur Einschränkung der Einfuhr und zum erhöhten

Italiens Elektroaußenhandel 1929 bis 1931.

Jahr	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhrüberschuß
	1000 L*		
1929	356 153	88 827	267 326
1930	338 520	85 509	253 011
1931	238 611	105 622	132 989

* 100 L = 22,09 RM.

Wettbewerb auf den Auslandsmärkten wider. Lediglich der Export von Generatoren und Glühlampen ist gesunken, während alle übrigen Warengruppen Steigerungen aufweisen; der Export verschiedener elektrischer Geräte und isolierter Kabel stieg um mehr als die Hälfte, die Funkgeräteausfuhr hat sich fast verdoppelt, während sich der Export von stehenden Transformatoren sogar verneunfacht hat. Durchweg zeigen die entsprechenden Importzahlen erhebliche Verminderungen.

Italiens Elektroaußenhandel nach Warengruppen.

Erzeugnisse	Einfuhr		Ausfuhr	
	1930	1931	1930	1931
	1000 L			
Akkumulatoren und Teile	5 537	5 240	2 492	2 735
Meß-, Zähl- und Registriergeräte	11 812	8 078	1 061	1 217
Verschiedene elektrische Vorrichtungen	64 565	48 003	15 449	24 175
Funkgeräte	88 766	56 298	3 594	6 351
Telegraphen u. Telephoneinrichtungen	57 759	58 001	1 316	1 722
Elektrotechnische Kohlen	13 095	9 214	268	345
Isolierte Kabel	2 109	2 069	9 442	13 276
Isolierte Drähte	2 785	3 323	7 985	9 330
Generatoren	55 075	30 201	32 458	22 711
Glas- u. Porzellanisolierungen	1 321	597	1 549	3 034
Glühlampenkolben	3 415	1 619	—	—
Bogenlampen	40	41	—	—
Glühlampen	24 061	11 028	8 040	4 525
Transformatoren	8 078	4 820	1 707	15 983
Isolierrohre	102	79	148	218
Insgesamt	338 520	238 611	85 509	105 622

A. Fr.

Der Elektroaußenhandel Belgiens. — Belgiens Einfuhr und Ausfuhr in elektrotechnischen Maschinen und Geräten hatte im Jahre 1930 ihren Höchststand erreicht und ist erstmalig wieder zurückgegangen; die Verringerung der Einfuhr war stärker als die der Ausfuhr, wie nachstehende Übersicht zeigt:

Erzeugnisse	Einfuhr in Mill Fr				
	1927	1928	1929	1930	1931
Maschinen, Akkumulatoren, Zündsysteme usw.	74,3	107,7	155,6	194,9	119,3
Kabel und Drähte	18,7	21,7	33,0	73,5	23,7
Telephon- und Telegraphenapparate	20,7	30,8	68,1	84,6	119,0
Verschiedene elektrische Geräte	96,7	146,3	202,7	276,8	181,5
Glühlampen und Radioröhren	30,9	55,7	61,0	53,5	58,6
Zubehörteile	40,6	51,5	72,5	77,5	58,0
Insgesamt	281,9	413,6	592,9	760,6	560,1
	Ausfuhr in Mill. Fr				
Maschinen, Akkumulatoren, Zündsysteme usw.	47,2	53,3	53,2	74,1	59,5
Kabel und Drähte	84,3	108,8	111,1	92,5	77,1
Telephon- und Telegraphenapparate	117,5	127,4	136,5	154,6	121,9
Verschiedene elektrische Geräte	17,7	24,1	26,9	44,9	42,4
Glühlampen und Radioröhren	6,4	7,8	12,5	18,2	21,7
Zubehörteile	19,1	23,0	21,4	11,0	5,5
Insgesamt	292,2	344,3	361,6	395,2	328,1

Nach diesen Angaben ist also 1931 gegenüber dem Vorjahr nur die Einfuhr von Telephon- und Telegraphenapparaten sowie von Glühlampen gewachsen, während bei der Ausfuhr lediglich die Glühlampen eine Steigerung aufweisen. Einschließlich des Veredelungsverkehrs betrug die Einfuhr 590,8 und die Ausfuhr 361,1 Mill Fr.
A. Fr.

[1] Bd. 99, S. 354 (1932).
[2] Energia Elettrica Suppl. März 1932. Vgl. ETZ 1931, S. 1320.

Abschluß des Heftes: 1. Juli 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Fahrbare Glühkathoden-Gleichrichter.

Mitteilung der AEG.

Physikalische und elektrotechnische Laboratorien oder andere Forschungsstätten benötigen zu verschiedenen Zwecken hochgespannten Gleichstrom, der bisher, wenn es sich um Leistungen von einigen kW bei etwa 10 oder 20 kV handelte, durch Motorgeneratoren erzeugt werden mußte. Diese Umformer sind verhältnismäßig teuer und erfordern allein zu ihrer Aufstellung einen großen Platz.

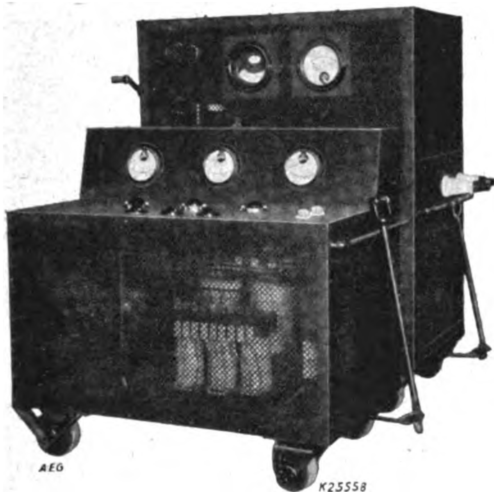


Abb. 1. Fahrbarer Gleichrichtersatz.

Hinzu kommen die sehr beachtlichen Anlagekosten für die Schaltanlage und das Verteilungsnetz, insbesondere dann, wenn die Möglichkeit bestehen soll, zur gleichen Zeit an mehreren Arbeitsplätzen unterschiedliche Spannungen entnehmen zu können. In diesem Fall werden die Schaltanlagen sehr unübersichtlich und bleiben trotz größter Sorgfalt bei der Bedienung eine stete Gefahren- und Störungsquelle.

Die vornehmlich durch die AEG geförderte Entwicklung der mit Quecksilberdampf gefüllten Glas-Glühkathoden-Röhren schafft hier völlig neue Verhältnisse und es ist anzunehmen, daß sich in Zukunft auch hier die Gleichrichter ihrer großen Vorzüge wegen mehr und mehr an die Stelle der Umformer setzen werden. Der hohe Wirkungsgrad, der unter Einschluß der Vorrichtung zur Spannungsregelung zwischen Halblast und Vollast fast 90% beträgt, die hohe Überlastbarkeit und die Unempfindlichkeit gegen Kurzschlüsse, die leichte Reglung und stete Betriebsbereitschaft, ganz besonders aber der erschütterungsfreie und fast geräuschlose Betrieb, machen sie für Laboratorien besonders geeignet. Werden die Gleichrichter, wie in Abb. 1 dargestellt, mit allem Zubehör in zwei, den Türabmessungen angepaßte Wagen*) eingebaut, so ergeben sich noch ganz besondere Vorteile durch den Fortfall der hochspannungsseitigen Schalt- und Verteilungsanlage.

Die Wagen laufen auf vier mit breiten Gummikränzen versehenen und mit Kugellagern ausgerüsteten Rädern, von denen zwei als Lenkrollen ausgebildet sind. Mit einer abnehmbaren Deichsel lassen sie sich fast auf der Stelle wenden und an den gewünschten Verwendungsort lenken, wo sie durch eine Bremsvorrichtung gegen Fortrollen gesichert werden. Die wenigen, zur Inbetriebsetzung erforderlichen Handgriffe benötigen nur wenige Minuten einschließlich der Anheizzeit der Ventilröhren.

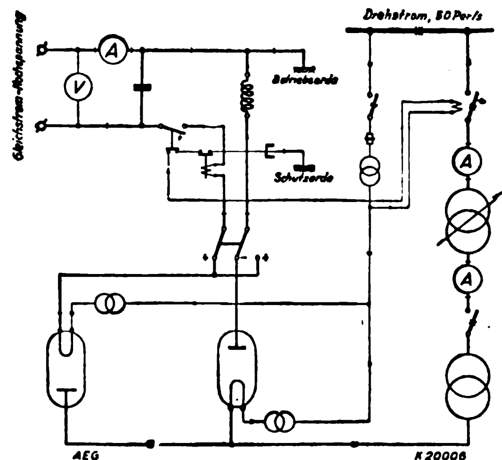


Abb. 2. Prinzip-Schaltbild des Glühkathoden-Gleichrichters.

Der eine Wagen mit schaltpultförmigem Aufbau enthält die niederspannungsseitigen Schalteinrichtungen: den Netz-Schutzschalter, einen Stufentransformator mit Drehregler zur praktisch stufenlosen Einstellung der Spannung von Null bis zum Höchstwert, die Wechselstrom-Instrumente und den Hochspannungs-Transformator.

Mit diesem Wagen wird der zweite lediglich durch ein Kabel für die Schutz- und Heizleitung sowie drei blanke zu den Ventilen führende Hochspannungs-Leitungen verbunden (Abb. 3); er ist schrankförmig und trägt im Innern die Heizwandler, die Ventile, dann den Hochspannungsschalter, eine Umschaltvorrichtung zur Wahl der Polarität, die Überstromauslösung, eine Glättungseinrichtung und die hochspannungsseitigen Strom- und Spannungmesser.

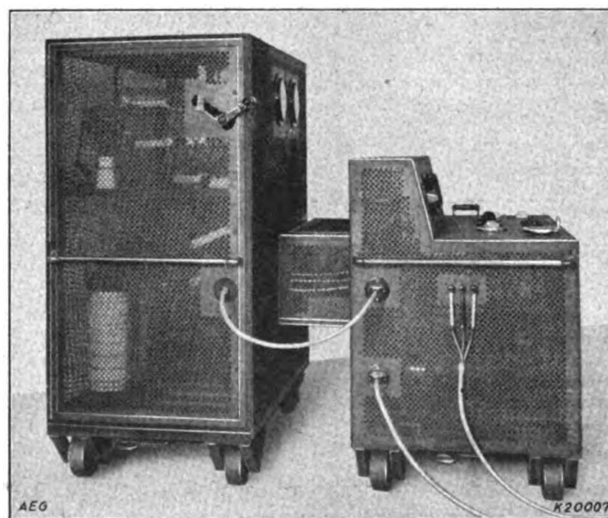


Abb. 3. Betriebsbereiter Gleichrichter.

Die Abnahme des Gleichstromes erfolgt an zwei Durchführungen, und mit Ausnahme hiervon sind sämtliche spannungführenden Teile durch die allseitige Umkleidung mit perforiertem Blech gegen Berührung geschützt. Eine besondere Schutzschaltung (Abb. 2) bewirkt sofortiges primäres Abschalten im Falle eines Überstromes, bei Ausbleiben der Heizung, bei Öffnen der einen seitlichen Tür — die andere Tür des die Ventile enthaltenden Wagens läßt sich nur bei ausgeschaltetem Hochspannungskreis öffnen — oder auch bei Unterbrechung der Erdungsleitung.

*) s. ETZ 1932, Heft 3, S. 52; AEG-Mitteilungen 1932, Heft 2, S. 41.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
53. Jahrgang | Berlin, 14. Juli 1932 | Heft 28

Einregelung von Wirklast mit und ohne Fahrplanregler beim Parallelbetrieb großer Kraftwerke (Elektrowerke-AG.)*.

Von Dipl.-Ing. E. Buchaly, Berlin, und Betriebsing. K. Leopold, Trattendorf.

Übersicht. Im folgenden werden die Probleme der Leistungseinregelung der Kraftwerke behandelt und es wird ein Fahrplanregler beschrieben, der trotz außergewöhnlich großer und kurzzeitiger Belastungsänderungen einer Stadt- und Vorortbahn-Versorgung die Einhaltung der Übergabeleistung ermöglicht. Ferner wird das Verhalten der Dampfturbinen-Steuerungen im Parallelbetrieb im allgemeinen und im fahrplangeregelten Betrieb charakterisiert; neue Forderungen werden aufgestellt, durch welche die Leistungseinregelung erleichtert und allgemeine Schwierigkeiten beseitigt werden können.

Die Entwicklung der Großkraft-Versorgung ist im allgemeinen derart vorgegangen, daß Kraftwerke am Orte günstiger Energiequellen sowie an Zentren großen Verbrauches entstanden. Die Weiterentwicklung verband einzelne Kraftwerke untereinander, so daß heute ganze Kraftwerksgruppen durch Verbindungsleitungen zusammengeschaltet sind.

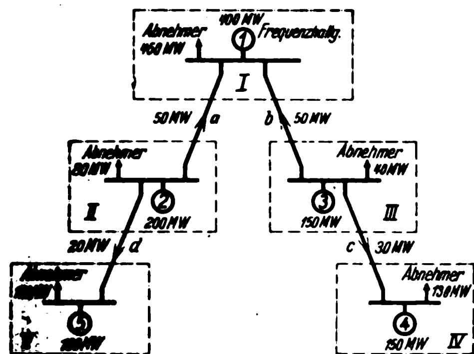


Abb. 1. Schematische Darstellung eines Kraftwerks-Zusammenschlusses.

Durch diesen Zusammenschluß haben die Kraftwerke meist zwei Aufgaben zu erfüllen:

1. die Versorgung ihrer direkt angeschalteten Konsumenten,
2. Belieferung oder Bezug von angeschalteten weiteren Kraftwerken nach besonderen Vereinbarungen.

Grundsätzlich unterscheidet sich der Parallelbetrieb dadurch vom Einzelbetrieb, daß jede aus dem Versorgungsgebiet des Einzelwerkes anfallende Last nicht nur die Maschinen dieses Werkes beeinflußt, sondern alle im Netz zusammengeschalteten Maschineneinheiten. Dadurch treten Laständerungen auf den Verbindungsleitungen und Übergabestellen auf, die in den meisten Fällen unerwünscht sind.

Die Frequenz ist gewissermaßen ein Maßstab für Angebot und Nachfrage der elektrischen Leistung. Im Einzelbetrieb macht jedes Werk von diesem Maßstab Gebrauch. Im Parallelbetrieb wird die Frequenz beeinflußt von der Nachfrage der elektrischen Leistung im Netzverband, kann infolgedessen für die Einregelung der Einzelwerke kein Maßstab mehr sein. Organisatorisch muß daher von vornherein festgelegt werden, welches der Kraftwerke die Frequenz und welches sich auf Bezug oder Lieferung im Normalbetrieb unabhängig von der Frequenz einregeln muß.

Die Einflüsse der Leistungs- und Frequenzeinregelungen im Großkraftwerks-Zusammenschluß sollen im folgenden B e i s p i e l charakterisiert werden.

* Eingeg. 25. XI. 1931.

Unter Zugrundelegung der Abb. 1, in der die Kraftwerke *1 ... 5* mit ihren Versorgungsgebieten *I ... V* durch die Leitungen *a ... d* verbunden sind, und der Abb. 2, aus der sich die Frequenzänderung errechnen läßt, werden in Abb. 3 die Belastungen der Maschinen oder Kraftwerke und der Leitungen zu den Abnehmern, die keine parallel geschalteten Maschinen besitzen, ferner die Leistungen auf den Verbindungsleitungen zwischen den Kraftwerken sowie die Frequenz graphisch dargestellt.

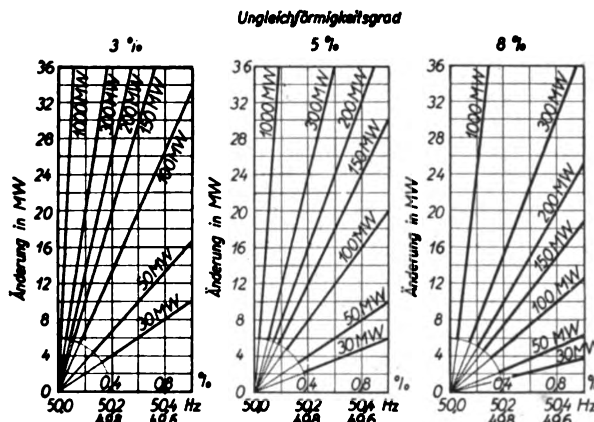


Abb. 2. Laständerungen in Abhängigkeit von der Frequenz bei verschiedenen Maschinenleistungen.

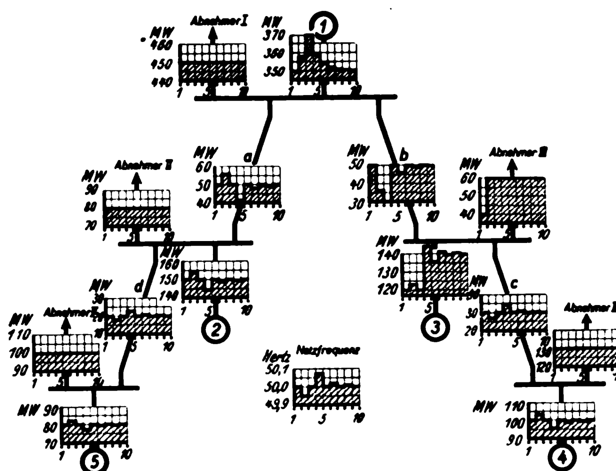


Abb. 3. Leistungsverschiebung durch Lastanfall beim Abnehmer *III*, Eingriff Kraftwerk *1* und *3*.

Unter der Annahme, daß der Ungleichförmigkeitsgrad der Turbinensteuerung mit 5 % konstant angenommen ist, treten folgende Leistungsverschiebungen auf.

Zeitpunkt *1 ... 2* kennzeichnet den stationären Zustand unter Einhaltung der vertraglichen Übergabeleistungen auf den Leitungen *a ... d*.

Im Zeitpunkt *2* fällt im Versorgungsgebiet *III* Last von 20 MW an. Die Maschinen im Netz beteiligen sich

entsprechend ihrer Leistungszahl[1]; der Leistungsfluß ist auf allen Verbindungsleitungen gestört.

Zeitpunkt *3*. Werk *1* regelt auf normale Frequenz. Kraftwerk *3* liefert auf Leitung *b* 20 MW zu wenig.

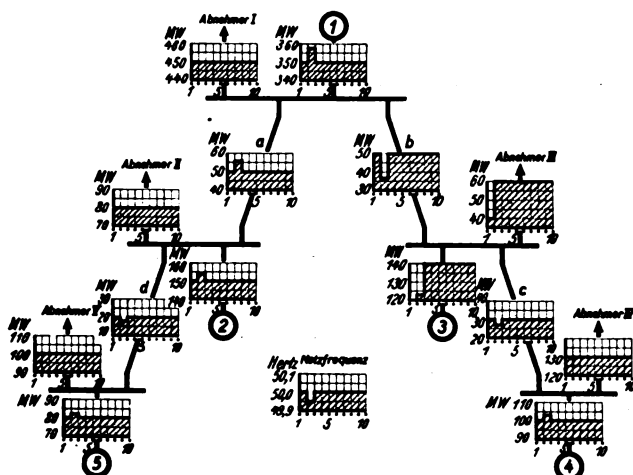


Abb. 4. Leistungsverschiebung durch Lastanfall beim Abnehmer *III*, Eingriff Kraftwerk *3*.

Zeitunkt *4*. Kraftwerk *3* erkennt seine verminderte Lieferung und regelt auf normale Übergabeleistung ein.

Zeitpunkt *5*. Frequenzkorrektur durch Werk *1*. Es sind wieder entsprechende Einregelungen der Übergabeleistung notwendig; der Vorgang klingt langsam ab.

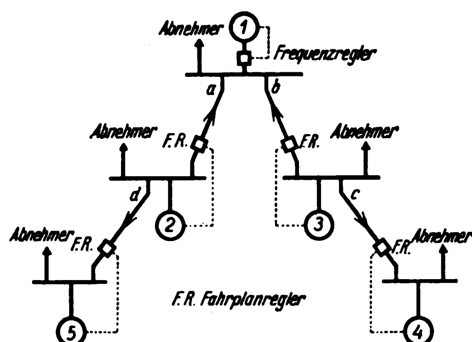


Abb. 5. Kraftwerks-Zusammenschluß mit eingebauten Fahrplanreglern.

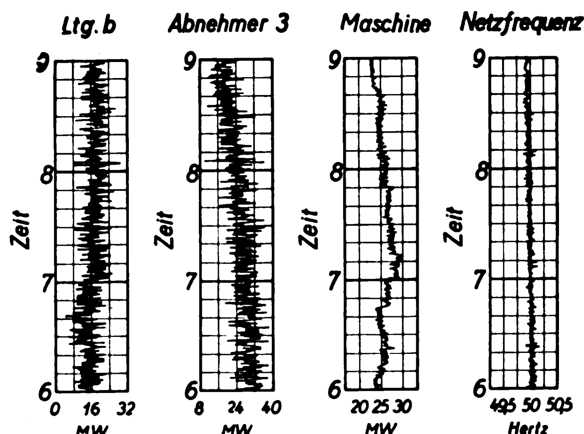


Abb. 6. Diagramme bei Parallelbetrieb und anfallender Bahnlast im Kraftwerk *3*.

In Abb. 4 ist angenommen, daß der gleiche Lastanfall von 20 MW im Versorgungsgebiet *III* vom Kraftwerk *3* im Zeitpunkt *3* ausgeregelt wird, bevor das frequenzregelnde Werk *1* eingegriffen hat. Hierdurch kommt der gesamte Vorgang schnell zur Ruhe.

[1] Boll, ETZ 1931, S. 306.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, daß

1. alle Laständerungen in den Teilversorgungsgebieten sich auf der Leitung nach dem frequenzfahrenden Werk auswirken,
2. die Leistungsverteilung den Geschwindigkeitsreglern der Dampfturbinen nicht ohne zusätzliche Einrichtungen überlassen bleiben kann,
3. die Ansprüche an die Frequenzstarrheit, um unnötige Leistungsverschiebungen zu vermeiden, außerordentlich groß sind,
4. die Leistungseinregelung der übrigen Werke, um mehrmalige Korrekturen der Übergabeleistungen zu vermeiden, so rasch erfolgen muß, daß die Leistungsspitzen nicht erst vom frequenzfahrenden Werk übernommen werden.

Wird die Einregelung von Hand vorgenommen, so wird sie oft zeitlich nicht richtig erfolgen und der in der graphischen Darstellung Abb. 3 angenommene Fall eintreten.

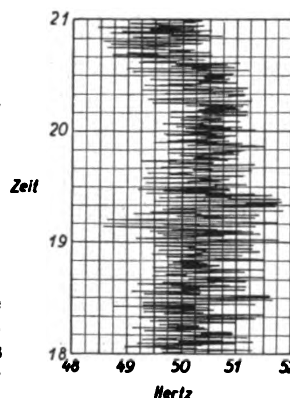


Abb. 7. Reichsbahnfrequenz bei getrenntem Betrieb.

Die Schwierigkeit der Einregelung wird naturgemäß noch größer, wenn neben einem umfangreichen eigenen Versorgungsgebiet einzelner Kraftwerke noch ein Versorgungsgebiet angeschaltet ist, das besonders durch Laständerungen steiler Kurvenform charakterisiert ist.

Um die Nachteile zu vermeiden, ist der Einbau eines Regelorganes, eines sog. Fahrplanreglers, in die Leitung nach dem frequenzregelnden Werk, siehe Abb. 5, nicht nur eine verträgliche Forderung, sondern auch eine technische Notwendigkeit, damit dem frequenzfahrenden Werk die schwere Aufgabe der Frequenzeinregelung erleichtert wird. Hält nämlich jedes Werk seine im eigenen Versorgungsgebiet anfallenden Spitzen vom frequenzfahrenden Werk ab, so können große Frequenzänderungen kaum auftreten.

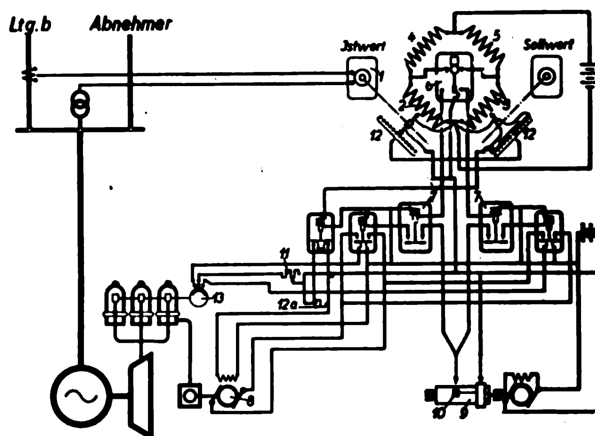


Abb. 8. Prinzipschaltbild des Fahrplanreglers.

Die vorher geschilderten Überlegungen sollen im folgenden durch einen praktischen Fall erhärtet werden.

Abb. 6 zeigt die im Kraftwerk *3* anfallende Bahnbelastung, bei der Steilheiten des Lastanstieges von 4000 kW/s und Lastabfälle von 5000 kW/s vorkommen. Man erkennt an einem weiteren Diagrammstreifen der Abb. 6, wie wenig sich die Maschinen des Kraftwerkes *3* beteiligen, daher erscheinen die Leistungsänderungen auf der Leitung *b* spiegelbildartig wieder.

Eine Einregelung der Übergabeleistung von Hand ist vollkommen unmöglich, selbst die Einregelung des Mittelwertes ergibt Schwierigkeiten wegen der durch die anderen Abnehmer des Teilversorgungsgebietes übergelagerten Leistungsänderungen. Die getrennte Versorgung ergab außer den bekannten Nachteilen die in der Abb. 7 gekennzeichnete Frequenz, so daß auch praktisch die Möglichkeit der getrennten Versorgung ausschied.

Auf Grund dieser Erkenntnisse war es notwendig, einen Regler zu bauen, der folgende Bedingungen erfüllen kann:

1. Einhaltung einer bestimmten Übergabeleistung trotz anfallender Last bei Steilheiten in der Größenordnung von 500 ... 4000 kW/s,
2. schnelle Veränderung der Übergabeleistung durch einfachste Umstellung, um in Störungsfällen die Vorteile des Parallelbetriebes (Reservestellung) im vollen Umfange auszunutzen,
3. Anpassung des Fahrplanreglers an die Turbinensteuerung,
4. Regelung beliebig vieler Maschinen, um den Lastanteil der Reichsbahnspitzen auf mehrere Maschinen zu verteilen.

Aus diesen Forderungen wurde ein Regelsystem entwickelt, das im Prinzip aus folgenden bekannten Elementen zusammengestellt und im Schaltbild der Abb. 8 erkennbar ist. Die Anordnung der Apparatur auf der Schalttafel geht aus Abb. 9 hervor.



Abb. 9. Schaltfeld des Fahrplanreglers mit Niederfrequenz- und Hochfrequenz-Istwert-Empfänger.

I. Beschreibung des Fahrplanreglers.

Ein wattmetrisches System als Istwert-Geber (*1*) (Übergabeleistung) beeinflußt einen Widerstand in einem Brückenkreis (*2*). Ein zweiter von Hand oder von einer Kurvenscheibe einstellbarer Widerstand dient als Sollwert-Geber (*3*, Fahrplanwert). 2 Festwiderstände (*4* und *5*), entsprechend abgestimmt, vervollständigen die Brückenschaltung. Ein im Brückenkreis liegendes polarisiertes Relais (*6*) wird, je nachdem der Widerstand des Sollwert-Gebers kleiner oder größer ist, beeinflußt und gibt zunächst damit eindeutig an, ob eine Über- oder Unterschreitung des Fahrplanwertes vorliegt.

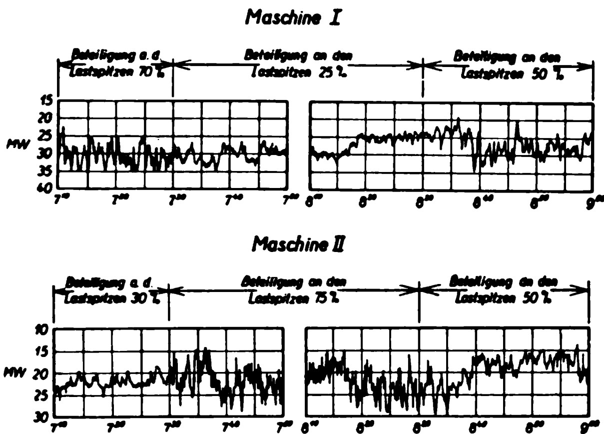


Abb. 10. Aufteilung von Laststößen auf zwei parallel arbeitende Maschinen.

Zunächst wurde versucht, dieses Kommando direkt über ein Schütz (*7*) auf den Drehzahl-Verstellmotor (*8*) zu geben. Jedoch zeigten schon die ersten Versuche, daß bei den starken Schwankungen eine starke Überregelung erfolgte. Daraufhin wurde das Kommando über einen Unterbrechungskontakt geführt, der jeweils nur kurzzeitig das vom Brückenrelais erteilte Kommando durchläßt und so lange wiederholt, bis der Fahrplanwert erreicht ist.

Auf einer motorisch angetriebenen Trommel (*9*) sind die Unterbrechungskontakte (*10*) aufgesetzt und so angeordnet, daß eine Verteilung des vom Brückenrelais erteilten Kommandos auf mehrere Maschinen nacheinander möglich ist.

Die verschiedenen Steuercharakteristiken, ferner Abhängigkeit des Steuermuffenhubes von der aufzunehmenden Leistung, verschiedene Drehzahlcharakteristiken der Drehzahl-Verstellmotoren und Übersetzungsverhältnisse der Getriebe machten es erforderlich, die Impulsdauer für die einzelnen Maschinen zu längen oder zu kürzen. Ferner muß naturgemäß die Impulsdauer entsprechend der Anzahl der geregelten Maschinen veränderlich sein. Dies wurde dadurch umgangen, daß die Veränderung des

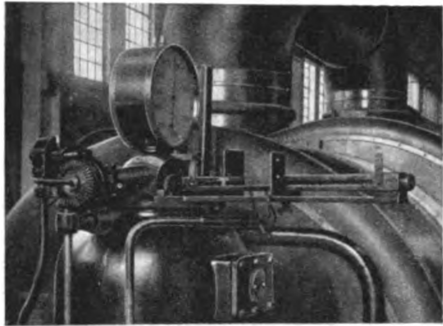


Abb. 11. Begrenzungsvorrichtung des Regelbereiches bei Öldrucksteuerung.

Muffenweges nicht in Abhängigkeit von der Impulsdauer, sondern von der Geschwindigkeit des Drehzahl-Verstellmotors gebracht wurde. Ein am Schaltpult eingebauter Regelwiderstand (*11*) ermöglicht, bei gleicher Impulslänge einen bestimmten Leistungsanteil der be-

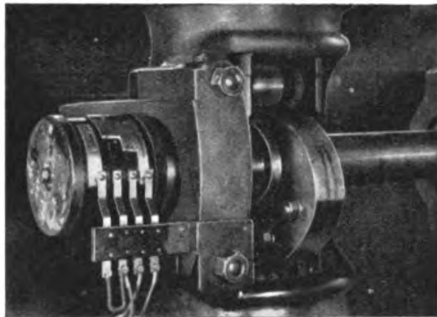


Abb. 12. Begrenzungsvorrichtung des Regelbereiches bei Gestängesteuerung.

treffenden Maschine an den auftretenden Spitzen von vornherein festzulegen. Dadurch ist erreicht, daß man die Beteiligung der einzelnen Maschinen an den Spitzen beliebig einstellen und somit Maschinen verschiedener Nennleistungen zusammen regeln kann (Abb. 10).

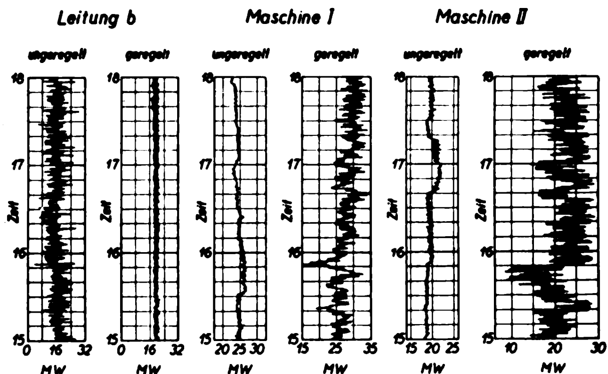


Abb. 13. Diagramme vom Kraftwerk *3* bei geregeltem und ungeregeltem Betrieb.

Es wurde ferner eine Zusatzeinrichtung geschaffen, durch die bei eintretenden größeren Abweichungen vom Sollwert mit Hilfe einer weiteren Kontaktbahn (*12*) am Ist- und Sollwert-Geber die Regelgeschwindigkeit gesteigert wird. Durch einfaches Öffnen der Überbrückung vorgeschalteter Widerstände (*12a*) ist die Steuerung der Regelgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Größe der Abweichung vom Sollwert leicht durchführbar.

Um eine Überlastung oder völlige Entlastung der Maschinen zu vermeiden, wurden in Abhängigkeit von der Ventilstellung oder Muffenstellung Begrenzungskontakte (*13*) angebracht, die in den Grenzbereichen den Regelvorgang unterbrechen. Abb. 11 zeigt einen Begrenzungskontakt für Öldrucksteuerung, während Abb. 12 einen solchen für Gestängesteuerung zeigt.

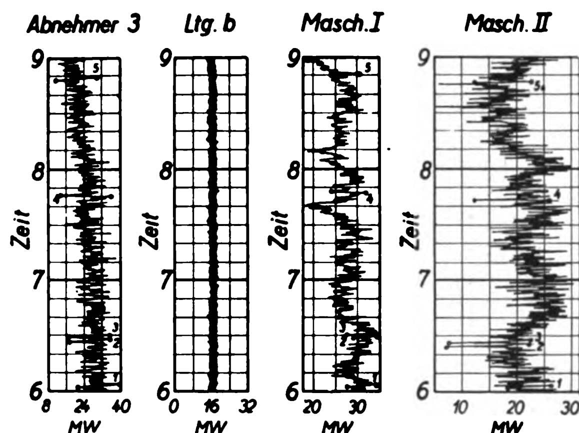


Abb. 14. Ausregelung der anfallenden Bahnspitzen im Kraftwerk *3*.

Die Gegenüberstellung in Abb. 13 zeigt neben den Leistungsdiagrammen der Leitungen die Beteiligung der Maschinen im geregelten und ungeregelten Betrieb an den anfallenden Lastspitzen.

In Abb. 14 ist an verschiedenen Punkten zu erkennen, wie die auf den Maschinen erzwungene Leistungsaufnahme mit der Leistungskurve der Stadt- und Vorortbahn übereinstimmt. Man erkennt, daß die gestellten Forderungen mit Hilfe dieses Fahrplanreglers erreicht sind. Um die Fahrplaneinregelung auch bei Ringleitungen und vermaschten Netzen durchzuführen, ist es erforderlich, den Istwert über Fernmeßanlagen zu geben, wie in Abb. 15 angedeutet.

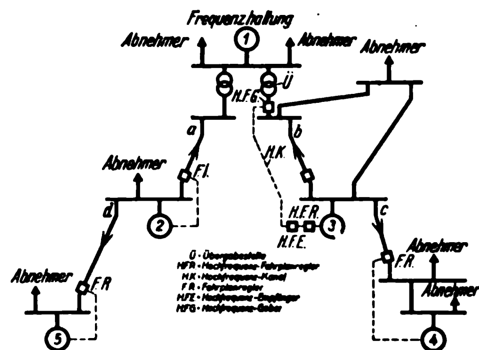


Abb. 15. Kraftwerks-Zusammenschluß mit eingebauten Fahrplanreglern im Ringbetrieb.

Die Verstellung des Istwertes bei einer Brückenschaltung kann direkt durch den Fernmeßempfänger vorgenommen werden, da nur verhältnismäßig geringe Verstellkräfte erforderlich sind.

In Abb. 9 ist der Einbau eines Hochfrequenz-Istwert-Empfängers auf einer Schaltwarte zu erkennen. Mittels Umschalters ist es möglich, von einem direkt wattmetrisch gesteuerten Istwert-Geber auf einen über Hochfreqenz gesteuerten Fernmeßempfänger mit eingebauten Kontaktbahnen *a* zur Widerstandsbeeinflussung überzugehen. Verwendet wurde dabei ein Fernmeßsystem, dessen innerer Aufbau aus Abb. 16 zu ersehen ist.

Die Weiterentwicklung muß entscheiden, ob auch die Sollwertverstellung in den einzelnen Kraftwerken von einer zentralen Kommandostelle aus über ähnliche Systeme vorzunehmen ist. Damit wäre der Lastverteiler in der Lage, bei unvorhergesehenen Spitzen die Zulieferungswerke zur Deckung rasch mit heranzuziehen. Das frequenzregelnde Werk verfügt dann immer über einen genügenden Regelbereich und kann ein Kraftwerk ferngesteuert zur Einregelung der Frequenz benutzen wie eine einzelne Maschine.

Nähere Beschreibung: Elektr.-Wirtsch. Bd 27, S. 81 (1928).

II. Verhalten des Fahrplanreglers bei Störungen.

Fällt in einem Netzgebilde nach Abb. 1 eine Maschineneinheit von 60 MW aus, so fällt die Frequenz von 50 auf 49,85. Die Leistung wird ohne Fahrplanregler von den übrigen Maschinen entsprechend ihren Leistungszahlen aufgefangen. Das frequenzregelnde Werk kann nur in den seltensten Fällen diese Leistung selbst übernehmen und muß andere Werke zur Lastaufnahme auffordern, um wieder die normale Frequenz einzuregeln.

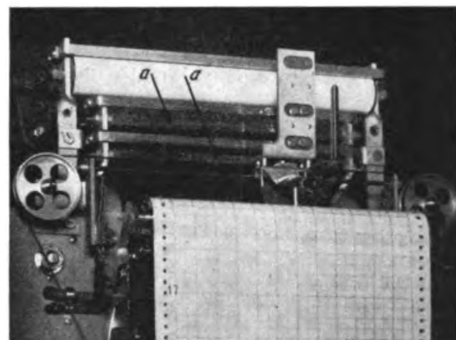


Abb. 16. Anordnung der Kontaktbahnen (*a*) im H. F.-Istwert-Empfänger

Beim fahrplangeregelten Betrieb liegen die Verhältnisse zunächst etwas schwieriger. Das vom Ausfall betroffene Werk regelt mit dem Fahrplanregler bis an die Grenze seiner Leistungsfähigkeit, unterstützt also den Geschwindigkeitsregler. Die übrigen Werke regeln auf konstanten Bezug oder Lieferung, arbeiten also dem Geschwindigkeitsregler entgegen. Die Frequenz fällt entsprechend der Leistungszahl des frequenzregelnden Werkes.

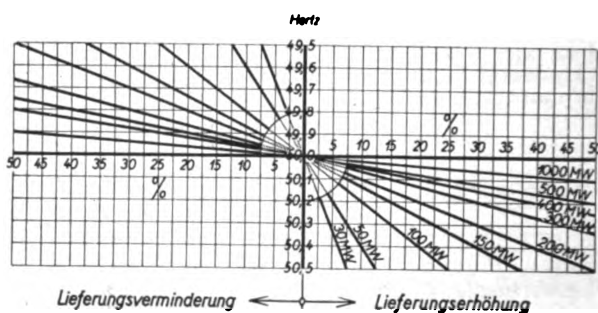


Abb 17. Lieferungsänderung in Prozent der Normallieferung.

Es erscheint zunächst zweckmäßig, bei einer bestehenden Frequenzänderung durch Relais den Fahrplanregler auszuschalten und die Leistungsverteilung dem Geschwindigkeitsregler zu überlassen. Gegen diese Lösung spricht:

1. In dem vom Ausfall betroffenen Werk unterstützt der Fahrplanregler den Geschwindigkeitsregler, also Ausschaltung unerwünscht.
2. Für die übrigen Werke ist Ausschaltung erwünscht.

Gegen die sofortige Abschaltung des Fahrplanreglers spricht ferner die Gefährdung der Übergabestellen.

Zur Charakterisierung diene wieder die Netzfigur in Abb. 1.

Löst im Kraftwerk *2* z. B. ein Großkonsument von 40 MW aus, so fließen nach dem Kraftwerk *1* über Leitung *b* 28 MW mehr. Im fahrplangeregelten Betrieb wird die Übergabeleistung rasch wieder eingeregelt und eine Gefährdung der Übergabestelle vermieden.

Man erkennt, daß auch dem Fahrplanregler nach der Störung verschiedene Aufgaben zugeteilt sind. Es ist daher zweckmäßig, den Regler nur während der Störung dadurch wirkungslos zu machen, daß während des Spannungszusammenbruches der Regelimpuls unterbrochen wird, so daß nach Erreichen normaler Spannungsverhältnisse der Regler sofort wieder eingreifen kann.

Die Schwierigkeiten bei Frequenzänderungen durch Ausfall von Maschinen oder Großkonsumenten lassen sich durch entsprechende Vereinbarungen vermeiden.

Wird unter Zugrundelegung einer in Abb. 17 gezeichneten Kurvenschar eine der Frequenzabweichung

prozentual entsprechende Änderung des Lieferumfanges vorgenommen, so steht auch jederzeit eine ganz bestimmte Mehrleistung ohne vorherige Aufforderung zur Verfügung, so daß wiederum das frequenzregelnde Werk genügend Spielraum hat, um die entsprechende noch notwendige Frequenzkorrektur vorzunehmen.

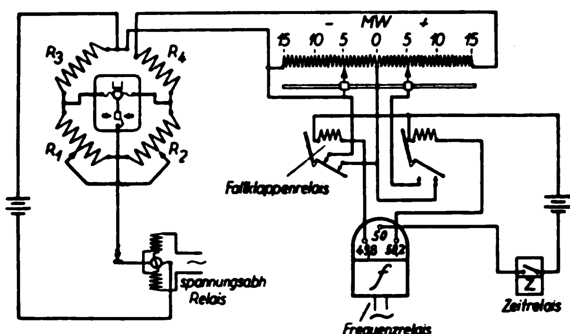


Abb. 18. Selbsttätige Sollwertverstellung in Abhängigkeit von der Frequenzabweichung.

Diese Verstellung des Sollwertes läßt sich nach vorheriger Bestimmung des jeweiligen prozentualen Betrages auch vollkommen automatisieren. In Abb. 18 ist eine derartige Anlage mit selbsttätiger Sollwertverstellung bei Frequenzabweichung schematisch dargestellt. Die Wirkungsweise ist folgende: Ein spannungsabhängiges Relais verhindert einen Eingriff des Fahrplanreglers während des Störungsvorganges. Sobald wieder normale Spannungsverhältnisse eingetreten sind, wird das Frequenzrelais bei Abweichung vom Normalwert nach einer einstellbaren Zeit eine Sollwertverstellung durch einfaches Ein- oder Ausschalten eines vorher eingestellten Zusatzwiderstandes, der in kW geeicht ist, vornehmen. Die Größe der Sollwertverstellung kann in Abhängigkeit von der Größe der Abweichung erfolgen, weiterhin ist auch eine Zeitstaffelung sowie eine selektive Sollwertverstellung zwischen einzelnen Werken denkbar. Dadurch wird die sonst notwendige umfangreiche telephonische Verständigung erspart und ein schneller Eingriff von den über Reserve verfügenden Kraftwerken gewährleistet.

Bekanntlich haben die Großstädte bei plötzlicher Verdunkelung große Leistungsanforderungen. Der Lastverteiler hätte mit oben geschilderter Einrichtung ein einfaches Mittel in der Hand, um mit dem Impuls des kurzzeitigen Frequenzabfalls (auf 49,8 bei umfangreichen Kraftwerks-Zusammenschlüssen) mit den vorher bestimmten Kraftwerken die verfügbare Reserve einzusetzen. Die Rückstellung dieser Mehrlieferung muß auf Anforderung des Lastverteilers oder selbsttätig bei einer Frequenzsteigerung über 50 Hz erfolgen. *(Schluß folgt.)*

Ein Kipprelais sehr kurzer Schaltzeit*.

(Mitteilung aus dem Hochspannungs-Laboratorium der T. H. Berlin.)

Von **M. Knoll** und **M. Freundlich.**

(Unter Mitarbeit von F. Hauffe.)

Übersicht. Es werden Schaltung und Aufbau eines für die Aufnahme sehr schneller Vorgänge mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen geeigneten Eingitterröhren-Kipprelais angegeben. Das Gerät hat sehr geringe Verzögerungszeit ($1 \ldots 3 \cdot 10^{-7}$ s), niedrige Stoßspannung (1 ... 300 V), Wechselstrom-Netzanschluß und spricht noch auf sehr kurzzeitige Spannungstöße an, deren Dauer von der Größenordnung 10^{-7} s ist.

1. Allgemeines.

Zur Aufnahme sehr schneller einmaliger Vorgänge mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen ist es bekanntlich nötig, innerhalb sehr kurzer Zeiträume eine Freigabe des von der Schreibfläche abgesperrten Elektronenstrahls mit gleichzeitiger Einleitung der Abszissenbewegung (Zeitablenkung) und nach Ablauf der Abszissenbewegung die Sperrung des Elektronenstrahls zu bewirken. In den meisten Fällen wird die elektrostatische Strahlsperrung angewendet[1, 2, 3, 4, 5]. Dann muß den Strahlsperrelektroden und dem auf den Meßvorgang abgestimmten Zeitkreis eine rechteckförmige Spannungswelle zugeführt werden, deren Anstieg der Einschaltzeit, deren Rücken der Meßzeit und deren Abfall der Ausschaltzeit des Strahlsperr- bzw. des Zeitablenkkreises entspricht. Der Zeitkreis erzeugt an den Zeitablenkplatten eine stetig sich ändernde Spannung durch Auf- oder Entladung eines Kondensators über einen Widerstand[6] oder durch den Sättigungsstrom einer Elektronenröhre[7]. Da der Meßvorgang nur in relativ seltenen Fällen, z. B. bei Funkendurchbrüchen, die Form einer Rechteckwelle und außerdem meist nicht die für Sperr- und Zeitkreis geeignete Spannungshöhe hat, ist es im allgemeinen nötig, eine genau bekannte, willkürlich einstellbare und durch einen Meßvorgang beliebiger Form auslösbare Rechteckwelle zu erzeugen. Für diesen Zweck stehen im wesentlichen folgende Methoden zur Verfügung:

1. Ladung bzw. Entladung der Strahlsperr- bzw. Zeitkreise mit Hilfe von Funkenstrecken,
2. Ionenröhren-Kippschaltungen,
3. Elektronenröhren-Kippschaltungen.

Die im Hochspannungslaboratorium der T. H. Berlin entwickelte Bauart des Kathodenstrahl-Oszillographen mit elektrostatischer Strahlsperrung[8] besitzt im Interesse möglichst vielseitiger Anwendung eine relativ hohe Meßempfindlichkeit bei kurzer Baulänge. Sie erlaubt bei einer Länge der Oszillographenröhre von 1 ... 1,4 m noch eine Meßempfindlichkeit von 0,05 mm/V und erreicht trotzdem selbst bei Außenaufnahme eine auch für die Auflösung der milliardstel Sekunde genügende Schreibgeschwindigkeit. Wegen der hohen Meßempfindlichkeit war es möglich, mit geringen Zeitablenkspannungen (rd. 2000 V bei 10 cm Oszillogrammlänge) und mit geringen Strahlsperrspannungen (etwa 300 ... 500 V) auszukommen. Die zu entwickelnde Kippschaltung mußte also einerseits auch bei niedrigen und kurzzeitigen Anstoß-(Meß-)spannungen sicher und reproduzierbar ansprechen, anderseits möglichst geringe Verzögerungszeit (Einschaltzeit) besitzen[9] und außerdem für willkürliche und unwillkürliche Vorgänge beliebiger Polarität verwendbar sein.

Betrachtet man unter diesem Gesichtspunkt zunächst diejenigen Schaltungen, welche auf der Verwendung einer (meist vorgespannten) Funkenstrecke beruhen[10, 11, 12, 13, 14] und bei denen der durch den Meßvorgang ausgelöste Zündvorgang dem Anstieg, die Brenndauer dem Rücken und die Wiederaufladung der Elektrodenkapazität nach dem Löschen dem Abfall der Rechteckwelle entspricht, so zeigt sich, daß sie zur Aufnahme von Niederspannungsvorgängen ungeeignet sind, da ihre Verzögerungszeit in Luft von Atmosphärendruck schwer reproduzierbar ist[15]. Kurze Verzögerungszeiten bei Funkenstrecken in Luft erhält man bekanntlich nur bei intensiver Bestrahlung,

---

* Eingeg. 19. XI. 1931.

[1] H. Norinder, Tekn. T. (Elektrot.) Bd. 55 II, S. 152 (1925); Teknisk a Meddelanden fran Kgl. Vattenfallstyrelsen, Ser. E, Upsala 1927; Z. Physik Bd. 63, S. 672 (1930).

[2] D. Gabor, 1. Forschungsheft der Stud.-Ges. f. Höchstspannungsanlagen, S. 29 u. 55, Berlin 1927.

[3] K. Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 19, S. 300 (1928).

[4] A. Matthias, M. Knoll u. H. Knoblauch, Z. techn. Physik. Bd. 11, S. 279 (1930).

[5] K. Beyerle, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 270 (1931). H. Boekels, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 497 (1931).

[6] D. Roschanski, Physik. Z. Bd. 9, S. 627 (1908); vgl. a. Mandelstam, Jb. drahtl. Telegr. Bd. 1, S. 124 (1908).

[7] W. Rogowski, Arch. Elektrotechn. Bd. 9, S. 115 (1920).

[8] Wie Fußnote 4, ferner: M. Knoll, H. Knoblauch u. B. v. Borries, ETZ 1930, S. 966. M. Knoll u. B. v. Borries, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 493 (1930).

[9] Die geringe Verzögerungszeit ist wichtig, um bei schnellen Vorgängen einen möglichst kleinen Teil des aufzunehmenden Vorgangs zu verlieren bzw. um erforderliche Umwegleitungen kurz halten zu können.

[10] Wie Fußnote 6, ferner: A. Dufour, Oscillographe Cathodique, S. 64; Paris 1923.

[11] Vgl. R. Rüdenberg, DRP. 429 926 (1924).

[12] Rogowski u. Flegler, Arch. Elektrotechn. Bd. 14, S. 529 (1925). Rogowski u. Wolff, Arch. Elektrotechn. Bd. 21, S. 645 (1929).

[13] W. Krug, ETZ 1929, S. 681; 1930, S. 605.

[14] Z. B. McEachron u. Goodwin, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 48, S. 374 (1929).

[15] Vgl. S. Franck, Meßentladungsstrecken, S. 55. Verlag Julius Springer, Berlin 1931.

größter Reinheit der Elektroden und bei Anwendung von Überspannungen, die erheblich über der statischen Überschlagspannung liegen; bei kleinen Betriebspannungen der Funkenstrecke (Größenordnung 5 kV und darunter) kommt hinzu, daß auch bei hoher Stoßspannung die Verzögerungszeit nicht konstant bleibt und sehr hohe Werte annehmen kann. Die Bedingung des sicheren und reproduzierbaren Zündens bei Niederspannungsstößen ist also bei der Funkenstrecke nicht ohne weiteres erfüllbar.

Mit Glimmentladungstrecken lassen sich in ähnlicher Weise wie mit Funkenstrecken Rechteckwellen erzeugen; zweckmäßig erhalten sie hierzu eine dicht unterhalb der Zündspannung liegende Anodenspannung und werden dann durch einen vom Meßvorgang herrührenden Spannungstoß auf die Anode[16] oder auf eine Steuerelektrode[16a] gezündet. Diese Methode hat den Vorteil geringer Anstoßspannung, dagegen den Nachteil einer relativ großen Verzögerungszeit ($10^{-5} \ldots 10^{-6}$ s)[17]. Wie Versuche von Krug[18] am Hg-Dampf-Gleichrichter zeigen, läßt sich die Verzögerungszeit durch einen Hilfsglimmbogen herabsetzen; doch ist es in diesem Falle schwierig, eine genügend hohe Amplitude der Rechteckwelle zu erhalten, da die Zündspannung zu niedrig liegt.

Eine Erhöhung der Zündspannung durch Änderung des Gasdrucks ist unzweckmäßig wegen der damit verbundenen Erhöhung der Brennspannung; sie läßt sich dagegen erreichen, wenn der Raumladungsvorrat anstatt durch einen Glimmbogen durch eine Glühkathode erzeugt und gleichzeitig eine Steuerelektrode im Entladungsraum verwendet wird. Um einen Überblick über das Verhalten einer derartigen Ionenröhre zu gewinnen, wurde eine nach Art der bekannten Doppelweg-Gleichrichter[19] gebaute Versuchsröhre mit Oxydkathode und Argonfüllung mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen auf ihr Verhalten untersucht, deren zylinderförmige Anoden allseitig konzentrisch von je einem Steuergitter umgeben waren[20]. Es zeigte sich, daß bei einer Gitterspannung von — 4 V gegenüber der Kathode die Zündspannung von 40 V auf 200 V heraufgesetzt werden konnte; die Verzögerungszeit wurde zu $0{,}5 \ldots 2 \cdot 10^{-6}$ s gemessen. Da die unten beschriebenen Elektronenröhrenschaltungen eine wesentlich kleinere Verzögerungszeit besitzen, wurden diese Vorversuche nicht weiter verfolgt; es ist jedoch denkbar, daß bei geeigneter Wahl von Druck, Füllgas und Abmessungen sich ähnliche Ionenröhren, etwa nach Art der bekannten Thyratronröhren, als einfache Kipprelais mit geringer Verzögerungszeit ausbilden lassen.

Kippfähige Elektronenröhrenschaltungen, deren Prinzip von Latour, Abraham und Bloch, Eccles und Jordan und Turner angegeben wurde[21], enthalten im allgemeinen zwei Röhren in Rückkopplungsschaltung, wobei die Anode der einen das Gitter der zweiten Röhre steuert und umgekehrt. Beim Kathodenstrahl-Oszillographen (zur Steuerung der Abszissen- bzw. Zeitablenkung) wurden diese Schaltungen von Knoop und Gabor[22] eingeführt und seitdem vielfach verwendet[23, 24, 25]. Die im folgenden mitgeteilten Untersuchungen gingen von dem Gaborschen Kipprelais aus. Das Ziel der Arbeit war ein einfaches und handliches Elektronenröhren-Kipprelais mit verringerter Verzögerungszeit bei kleiner Anstoßspannung. Die Erfüllung dieser Forderungen gelang durch eine Eingitterröhren-Schaltung, die im folgenden beschrieben wird.

2. Prinzipschaltung.

Abb. 1 zeigt das Prinzipschaltbild des Eingitterröhren-Kipprelais für negativen und positiven Spannungstoß. Die Elektronenröhren *1* und *2* liegen über ohmsche Widerstände R_1 und R_2 an der Anodenspannungsquelle B mit der Spannung U. Der Röhre *1* ist die Röhre *3* (für positiven Spannungstoß) parallel geschaltet. Die Röhren *1* und *2* sind miteinander gekoppelt, u. zw. in der Art, daß jeweils die Anode der einen Röhre über eine Spannungsquelle (B_1 bzw. B_2) mit dem Gitter der anderen Röhre verbunden ist. Die „Anstoßspannung" u_{st}, die das Kipprelais betätigen soll, wird den Eingangsklemmen k_{e_1} und k_{e_2} zugeführt. Sie wirkt einerseits über den Stoßkondensator C_{st} auf das Gitter der Röhre *2*, anderseits über B_3 auf das Gitter der Röhre *3*. Das Gitter der Röhre *2* kann durch den Schalter S_1 über den Widerstand R_{rk}, den „Rückkippwiderstand", mit den gemeinsam geerdeten Heizfäden der drei Röhren verbunden werden. Die durch den Kippvorgang erzeugte Rechteckhalbwelle, welche vom Verlauf der Stoßspannung unabhängig ist, wird zwischen Gitter- und Heizfaden der Röhre *1* an den Ausgangsklemmen k_{a_1}, k_{a_2} abgenommen.

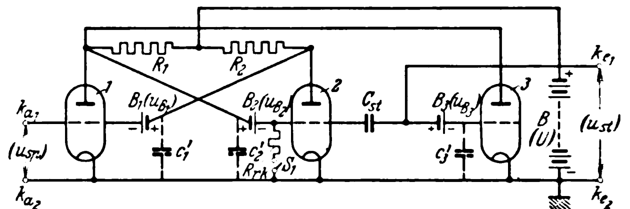


Abb. 1. Prinzipschaltbild des Eingitterröhren-Kipprelais.

3. Arbeitsweise.

Die zwei stabilen Gleichgewichtslagen. — Die Schaltung Abb. 1 besitzt zwei stabile Gleichgewichtslagen. Denken wir uns zunächst die Röhre *3* mit der Batterie B_3 entfernt, so haben wir bereits ein vollständiges Kipprelais vor uns, das jedoch nur auf negative Stöße anspricht. In der ersten Gleichgewichtslage (Ruhelage) hat das Gitter der Röhre *2* gegenüber dem Heizfaden die Spannung Null. Durch die Röhre *2* fließt ein bestimmter Anodenstrom i_{a_2}, der an dem Widerstand R_2 einen Spannungsabfall $u_{sp} = i_{a_2} \cdot R_2$ hervorruft. Am Gitter der Röhre *1* herrscht in dieser Gleichgewichtslage, wenn die Spannung u_{B_1} genügend hoch gewählt wird, eine so große negative Spannung $u_{g_1} = U - u_{sp} - u_{B_1}$, daß die Röhre *1* keinen Strom mehr führt. Da dann am Widerstand R_1 kein Spannungsabfall besteht, muß $u_{B_2} = U$ gewählt werden, wenn das Gitter der Röhre *2* das Potential 0 gegenüber dem Heizfaden haben soll.

In der zweiten Gleichgewichtslage haben die Röhren *1* und *2* ihre Rollen vertauscht. Die Röhre *1* führt den Anodenstrom i_{a_1}. Infolge des Spannungsabfalles $i_{a_1} R_1$ am Widerstand R_1 liegt jetzt am Gitter der Röhre *2* eine negative Spannung $u_{g_2} = U - i_{a_1} R_1 - u_{B_2} = - i_{a_1} R_1$, da $u_{B_2} = U$ ist. Hierdurch wird die Röhre *2* gesperrt, so daß am Widerstand R_2 kein Spannungsabfall stattfindet. Da $u_{g_1} = U - i_{a_2} R_2 - u_{B_1}$ und $i_{a_2} R_2$ gleich 0 geworden ist, wird jetzt die Gitterspannung der Röhre *1*: $u_{g_1}' = U - u_{B_1}$ und damit mehr oder weniger positiv gegenüber dem Heizfaden.

Der Kippvorgang bei negativem Stoß. — Da der Aufbau des Stromkreises der Röhre *1* sich (bei geöffnetem Schalter S_1) von dem der Röhre *2* nicht prinzipiell unterscheidet, sind beide Gleichgewichtslagen gleich stabil. Befindet sich das Relais in der ersten Gleichgewichtslage (Röhre *2* stromführend) und erfolgt von den Klemmen k_{e_1} k_{e_2} des Kipprelais über den Kondensator C_{st} ein negativer Spannungstoß auf das Gitter der Röhre *2* mit der Erdkapazität c_2', so erhält dieses eine dem Verhältnis der Kapazitäten C_{st}/c_2' entsprechende negative Spannung. Reicht diese zur Sperrung der Röhre *2* aus, so verschwindet der Spannungsabfall u_{sp} an R_2, und das Gitter der Röhre *1* bekommt eine positive Spannung, so daß jetzt durch diese Röhre ein Strom zu fließen beginnt. Der daraufhin entstehende Spannungsabfall $i_{a_1} R_1$ erhält die negative Spannung am Gitter der Röhre *2* selbst nach Verschwinden der Anstoßspannung u_{st} aufrecht. In weiten Grenzen vom Verlauf der Stoßspannung unabhängig, bleibt also die Röhre *2* gesperrt und damit das Kipprelais in der 2. stabilen Gleichgewichtslage.

Das Relais spricht auch auf Stoßspannungen an, die zum sofortigen Sperren der Röhre *2* zu klein sind; wie Messungen[26] gezeigt haben, nimmt dann die Verzögerungszeit in bedeutend geringerem Maße zu wie die Anstoßspannung abnimmt.

[16] Kipping, Proc. Physic. Soc. Bd. 37, S. 265 (1924/25). E. Hudec, VDE-Fachberichte 1928, S. 80. J. Kammerloher, ETZ 1931, S. 78.
[16a] Wie Fußnote 11.
[17] M. Steenbeck, Z. techn. Physik Bd. 10, S. 480 (1929); vgl. a. S. Franck, wie Fußnote 15, S. 100.
[18] W. Krug, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 227 (1930).
[19] M. Knoll, ETZ 1931, S. 65.
[20] Für die Herstellung dieser Röhre sind wir der Rectron-Gesellschaft, Berlin, zu Dank verpflichtet.
[21] M. Latour, Franz. Patent 501 472 (1918). Abraham u. Bloch, C. R. Acad. Sci., Paris, Bd. 168, S. 1105 (1919). Eccles u. Jordan, Radio Rev. Bd. 1, S. 80 u. 143 (1919). Turner, Radio Rev. Bd. 1, S. 316 (1920); vgl. a. Friedländer, Arch. Elektrotechn. Bd. 17, S. 1 u. 103 (1926).
[22] W. Knoop, USA-Patent 1613 954 (1923). Gabor, wie Fußnote 2.
[23] Hudec, wie Fußnote 16.
[24] Narsaki, Miyamoto u. Ochi, Res. electrotechn. Lab. Tokyo Nr. 289 (1930).
[25] Peek, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 453 (1931); ferner vgl. Fußnote 3.
[26] Das Verhalten des Eingitterröhren-Kipprelais wurde im Hochsp.-Lab. der T. H. Berlin eingehend untersucht; eine ausführlichere Beschreibung des Kippvorgangs und der Verzögerungszeit unter verschiedenen Betriebsbedingungen wird an anderer Stelle veröffentlicht.

Der Rückkippvorgang. — Die von k_{a_1} und k_{a_2} abgenommene Rechteckwelle entsteht durch das Kippen von der ersten in die zweite Gleichgewichtslage (Anstieg), das Verharren in dieser (Rücken) und das „Zurückkippen" von der zweiten in die erste Gleichgewichtslage (Abstieg). Um jede gewünschte Länge der Rechteckwelle einstellen und das selbständige „Rückkippen" des Relais ohne Zuführung einer neuen Anstoßspannung bewirken zu können, muß die Batterie B_2 durch einen Kondensator C_2 ersetzt und der Rückkippwiderstand R_{rk} durch Schließen von S_1 eingeschaltet werden. Da an R_1 und R_{rk} kein nennenswerter Spannungsabfall stattfindet, wird C_2 von selbst auf die Spannung U aufgeladen und somit am Verhalten des Relais während des Kippvorgangs nichts geändert. Das Gitter der Röhre *2* besitzt im zweiten Gleichgewichtszustande eine negative Spannung u_{g_2}'. Da die Batterie B_2 durch den Kondensator C_2 ersetzt worden ist, wird die negative Spannung u_{g_2}' nicht mehr starr festgehalten und C_2, während sich das Relais in der zweiten Gleichgewichtslage befindet, über R_{rk} so lange entladen, wie noch ein Potentialunterschied zwischen Gitter und Heizfaden besteht. Sobald die Röhre *2* nicht mehr voll gesperrt ist, beginnt ein Anodenstrom i_{a_2} zu fließen. Dieser ruft an R_2 den Spannungsabfall $i_{a_2} R_2$ hervor, wodurch die Spannung u_{g_1}' negativer wird. Da hierdurch i_{a_1} und damit $i_{a_1} R_1$ kleiner wird, wächst u_{g_2} und damit i_{a_2}, bis schließlich die Röhre *1* vollständig gesperrt und das Relais in seine Ruhelage zurückgekehrt ist. Die Zeit, während der das Relais in der zweiten Gleichgewichtslage verharrt, also die Länge der Rechteckwelle, ist abhängig von der Zeitkonstanten $R_{rk} C_2$ und kann durch Veränderung von R_{rk} beliebig gewählt werden.

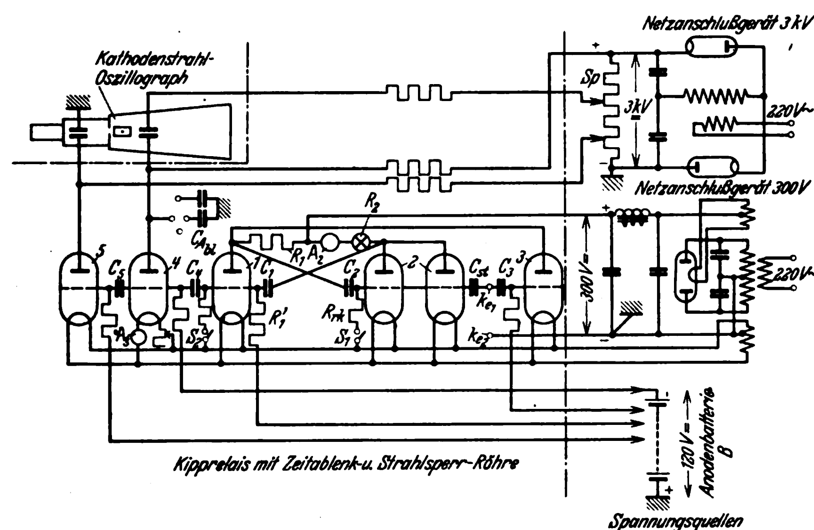


Abb. 2. Schaltanordnung des Kipprelais mit Kathodenstrahl-Oszillograph und Hilfspannungsquellen.

Der Kippvorgang bei positivem Stoß. — Das in den vorhergehenden Abschnitten beschriebene Zweiröhren-Kipprelais spricht nur auf negative Spannungstöße an. Ein Ansprechen auch auf positive Spannungstöße wird ermöglicht durch Hinzunahme der Röhre *3*[*27] mit der Gitterspannungsquelle B_3. Die Spannung u_{B_3} wird so groß gemacht, daß die Röhre *3* in der Ruhelage des Relais gerade gesperrt wird. Negative Spannungsstöße auf k_{e_1} können daher auf Röhre *3* keinen Einfluß ausüben; positive Spannungstöße rufen dagegen einen Anodenstrom i_{a_3} hervor, durch dessen Spannungsabfall an R_1 das Gitter der Röhre *2* eine negative Spannung erhält. Die Wirkung des gleichzeitig von k_{e_1} über C_{st} direkt auf dasselbe Gitter gelangenden positiven Spannungsstoßes kann praktisch unterdrückt werden, wenn C_{st} in der Größenordnung von c_2' gehalten wird. Die Röhre *3* verwandelt also den an den Stoßpunkt gelangenden positiven Spannungstoß in einen negativen Spannungstoß für die Röhre *2*.

4. Technische Ausführung eines Kipprelais sehr kurzer Schaltzeit.

Schaltbild und Auswahl der Schaltelemente.

Abb. 2 zeigt das Schaltbild eines Eingitterröhren-Kipprelais, welches gleichzeitig eine Zeitablenkröhre (*4*) und eine Strahlsperröhre (*5*) enthält, deren Gittern die Rechteckwelle von den Klemmen k_{a_1} und k_{a_2} zugeführt wird[28]. Die Verzögerungszeit des Kipprelais ist im wesentlichen abhängig von der Zeitkonstanten $T_v = R_2 c_1'$ des Gitterkreises der Röhre *1*. Soll sie möglichst klein werden, so müssen R_2 und c_1' klein sein.

Schädliche Kapazitäten. — Die Größe von c_1' ist bedingt durch die Kapazität des Gitters der Röhre *1* und deren Gitterzuleitungen, durch die Anodenkapazität der Röhre *2* und deren Zuleitungen, durch die Erdkapazität der Batterie B_1 und durch die den Ausgangsklemmen k_{a_1} k_{a_2} parallel geschaltete kapazitive Belastung (in unserem Falle Gitterkapazität der Vor- und Zeitablenkröhren). Durch Entsockeln der Röhren könnte man die schädliche Kapazität um etwa 2 cm je Röhre herabdrücken; zu dieser im praktischen Betrieb unbequemen Maßnahme greift man jedoch nur dann, wenn die erzielte Kapazitätsersparnis wirklich ins Gewicht fällt. Das war bei der hier beschriebenen Ausführung nicht der Fall, da die Summe aller schädlichen Kapazitäten c_1' etwa 50 $\mu\mu$F betrug.

Um die hohe Erdkapazität der Batterien B_1 und B_3 unschädlich zu machen, wurden diese durch die Kondensatoren C_1 und C_3 ersetzt, die nur über Hochohmwiderstände mit B_1 und B_3 verbunden bleiben[28a] und deren Kapazität groß gegenüber c_1' bzw. c_3' sein muß. Wegen ihrer geringen Erdkapazität wurden für diesen Zweck an Stelle von Becherkondensatoren Gitterkondensatoren sehr kleiner Abmessungen[29] verwendet. Aus dem Ersatz der Gitterbatterien durch Kondensatoren ergibt sich eine bedeutende Ersparnis an Stromquellen. Man kann nämlich dem Kondensator C_1 die Spannung u_{B_1} statt durch eine auf freiem Potential befindliche Batterie auch durch eine Batterie zuführen, deren Pluspol fest mit dem Heizfaden der Röhre *1* verbunden ist. Die entnommene Spannung braucht jetzt anstatt $u_{a_2} + u_{g_1}$ nur noch u_{g_1} zu betragen; diese Batterie kann jetzt gleichzeitig als Gitterbatterie für die Röhre *3* dienen. Da in der zweiten Gleichgewichtslage des Relais die Ladung von C_1 über R_1' abfließt, muß die Zeitkonstante $C_1 R_1'$ stets größer als die Meßzeit sein.

Auch bei allen übrigen Teilen des Relais wurde versucht, mit möglichst geringer Kapazität auszukommen (kapazitätsarme Röhrenfassungen, kurze, dünne und blanke Zuleitungen). Durch diese Maßnahmen konnte die schädliche Kapazität c_1' (ohne Röhren) auf 25 $\mu\mu$F herabgedrückt werden.

Auswahl der Röhren. — Die zweite Größe, der die Zeitkonstante T_v des Kipprelais direkt proportional ist, ist der Anodenwiderstand R_2. Aus der Beziehung $R_2 = u_{sp}/i_{a_2}$ ergibt sich, daß u_{sp} möglichst klein und i_{a_2} möglichst groß gemacht werden muß. Die Größe von u_{sp} wird dem Kipprelais durch seinen Verwendungszweck vorgeschrieben; bei Kathodenstrahl-Oszillographen, deren Zeitablenk-Empfindlichkeit mindestens 0,05 mm/V beträgt, läßt sich bei zweckmäßiger Wahl der Ablenkröhren mit einer Amplitude der Rechteckwelle von $u_{sp} = 130 \ldots 150$ V auskommen. Der maximal zulässige Anodenstrom einer Röhre bei gegebener Gitterspannung 0 ist von der zulässigen Anodenverlustleistung abhängig. Es wurden daher für die Röhre *2* Kraftverstärkerröhren[30] von einer Anodenverlustleistung von 10 ... 12 W gewählt, wobei für sehr kurze Meßzeiten zwei Röhren der gleichen Type parallel geschaltet wurden. Auf diese Weise konnte i_{a_2} bei dem ausgeführten Gerät bis auf 130 mA (140 V Anodenspannung, 9 W Dauerbelastung je Röhre) gesteigert werden, wobei die obere Grenze noch nicht erreicht sein dürfte[31]. Als Strahlsperröhre hat sich die Kurzwellentype S 0401 (mit Oxydfaden und oben herausgeführtem Gitter und Anode), als Zeitablenkröhre die Senderöhre S 0801 (mit Wolframfaden) und die Audionröhre A 4110 (mit indirekt

---

*27 Nach Gabor, wie Fußnote 2.

28 Durch das Kippen des Relais aus der ersten in die zweite Gleichgewichtslage werden die in der Ruhelage negativ vorgespannten Gitter der Röhren *4* und *5* positiv; hierdurch werden die Zeitablenkkapazität C_{Abl} durch die Zeitablenkröhre *4* und gleichzeitig die Kapazität der Strahlsperrplatten durch die Strahlsperröhre *5* entladen.

28a Nach Gabor, wie Fußnote 2.

29 Vakuumkondensatoren der Firma S. Loewe AG., Berlin-Steglitz.

30 Fabrikat Telefunken RE 604.

31 Es sind Versuche mit der Röhre LK 4200 der Radioröhrenfabrik Hamburg im Gange, deren Anodenverlustleistung 25 W beträgt.

geheizter Oxydkathode und oben herausgeführter Anode) gut bewährt[32].

Auswahl der Widerstände. — Eine geringe Verzögerungszeit kann nur dann erreicht werden, wenn R_2 praktisch keine Selbstinduktion besitzt. Die wegen ihrer geringen Erdkapazität an sich geeigneten, in der Radiotechnik vielfach verwendeten Kohlewiderstände kleiner Abmessungen werden jedoch nicht für so hohe Belastungen hergestellt. Bei den Versuchen erwies es sich am günstigsten, eine handelsübliche Metallfadenlampe für 15 W und 130 V zu verwenden. Diese Lampe besitzt bei einem Strom von 130 mA einen Widerstand von 930 Ω. R_1 kann sehr viel größer als R_2 gemacht werden und darf auch Selbstinduktion besitzen. Im vorliegenden Falle wurde ein drahtgewickelter Widerstand kleiner Abmessungen[33] benutzt.

Gesamtaufbau.

Vorder- und Rückansicht des ausgeführten[34] Relais zeigen Abb. 3 und 4. Durch hängende Anordnung der Röhren und zweckmäßige Verteilung der Schaltelemente konnten die Abmessungen sehr klein gehalten werden (450 · 175 · 260 mm), obwohl das Gerät Raum für zwei Strahlsperröhren und eine Zeitablenkröhre bietet. Zwecks leichterer Zugänglichkeit wurde die Rückwand des Kastens (*6*) zusammen mit dem Deckel zurückklappbar ausgebildet. In Abb. 4 ist der untere Teil des aus Eisenblech bestehenden Kastens mit den Röhren sowie die Schaltplatte *7* mit den freizugänglichen Schaltelementen (Kondensatoren, Widerstände und Verbindungsleitungen) sichtbar. Wegen der gedrängten Bauart und der hohen Verlustleistung der Röhren mußte auf eine gute Wärmeabfuhr Wert gelegt werden, wobei die Schirmwirkung des Eisenkastens möglichst wenig herabgesetzt werden sollte. Dies wurde erreicht durch besondere Ventilationsschlitze *8* und eine große Zahl von Durchbohrungen in der Schaltplatte. Auf der rechten Seite der Abb. 4 erkennt man unterhalb der Schaltplatte die beiden „Zeitablenk-Kondensatoren" C_{Abl}. Auf der Vorderseite des Gerätes (Abb. 3) befinden sich das Milliamperemeter A_2 zum Messen des Anodenstromes i_{a_1} und der Kippschalter S_1 zum Anschalten des Rückkippwiderstandes R_{rk}. Der Druckknopf S_2 dient zum vorübergehenden Erden des Gitters der Röhre *1* und damit zum willkürlichen Kippen des Relais. An die Buchse k_{e_1}, den „Stoßpunkt", wird die Anstoßleitung angeschlossen. Das Amperemeter A_3 dient zur Kontrolle des Heizstromes der Zeitablenkröhre *4* und damit der Abszissengeschwindigkeit des Oszillogramms, ferner (nach Umschaltung) zur vorübergehenden Kontrolle des Heizstromes der Vorablenkröhren. An die in Abb. 4 rechts sichtbaren Durchführungen *a*, *b*, *c* werden die Ablenkplatten des Kathodenstrahl-Oszillographen angeschlossen. Die zum Betriebe des Relais und der Ablenkkreise notwendigen Hilfspannungen sind an Klemmleisten *9* geführt.

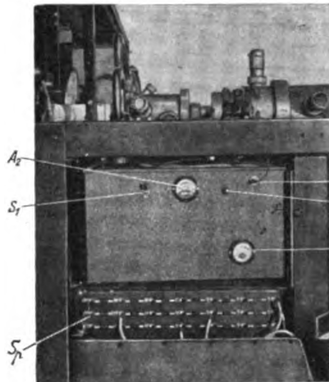


Abb. 3. Vorderansicht des Kipprelais am Kathodenstrahl-Oszillographen.

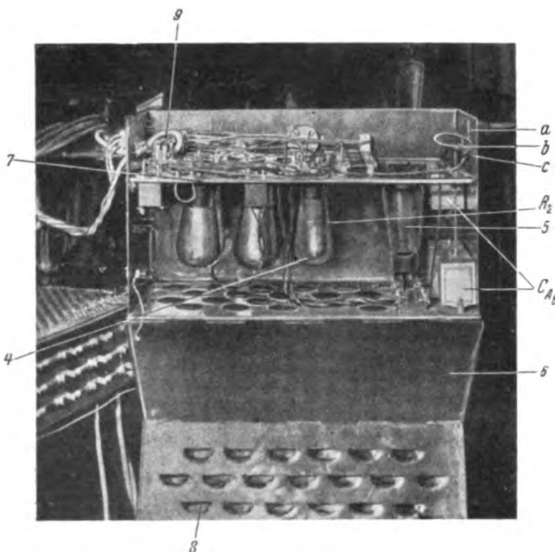


Abb. 4. Rückansicht des Kipprelais bei aufgeklappter Rückwand.

[32] Sämtlich von der Radioröhrenfabrik G. m. b. H. Hamburg, der wir auch an dieser Stelle für die Überlassung zahlreicher Versuchsröhren unsern besten Dank aussprechen.

[33] Dralowid-Filos der Steatit Magnesia AG., Berlin-Pankow.

[34] Die Schaltung wurde von Herrn B. Schütze, Berlin-Neukölln, ausgeführt.

Spannungsquellen.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß es besser ist, die Anodenspannung für das Kipprelais aus einem Wechselstrom-Netzanschlußgerät als aus einer Batterie oder aus dem Gleichstromnetz zu entnehmen, und daß die Röhren des Kipprelais direkt mit Wechselstrom geheizt werden können (vgl. Schaltbild Abb. 2). Der Ersatz der Anodenbatterie *B* durch ein Netzanschlußgerät ist im allgemeinen nicht erforderlich, da ihre Lebensdauer wegen der geringen entnommenen Stromstärke sehr groß ist. Für die Zeitablenkung und die Strahlsperrung ist eine Gleichspannung von maximal 3 kV notwendig, die durch ein weiteres Wechselstrom-Netzanschlußgerät in Greinacher-Schaltung erzeugt wird (Schaltung Abb. 2). Die verschiedenen Spannungen für beide Zeitablenkplatten[35] und für die Strahlsperrung werden an einem Spannungsteiler *Sp* abgegriffen. Beide Netzanschlußgeräte sind in einem Eisengehäuse vereinigt, dessen äußere Abmessungen die gleichen wie die des Kipprelais sind.

5. Verzögerungszeit, Empfindlichkeit und Betriebserfahrungen.

Die geringste Verzögerungszeit des Kipprelais (t_v) ist etwa gleich der doppelten Zeitkonstanten des Gitterkreises der Röhre *1*[36], also

$$t_v = 2\,T_v = 2\,R_2\,c_1'.$$

Nach dieser Zeit hat die Spannung an den Ausgangsklemmen des Kipprelais etwa 86 % ihres Erdwertes erreicht. Die Gitterkapazität c_1' des Kipprelais mit eingesetzten Röhren, jedoch ohne die Vor- und Zeitablenkröhren, wurde zu 55 μμF gemessen. Für $R_2 = 930\,\Omega$ (Metallfadenlampe) ergibt sich also eine Verzögerungszeit von

$$t_v' = 2 \cdot 930 \cdot 55 \cdot 10^{-12} \approx 1{,}0 \cdot 10^{-7}\ \text{s}.$$

Durch Anschluß je einer Zeit- und Strahlsperröhre erhöht sich die schädliche Gitterkapazität auf rd. 80 μμF. Die Verzögerungszeit des beschriebenen Kipprelais in Verbindung mit diesen beiden Röhren ergibt sich zu $1{,}5 \cdot 10^{-7}$ s, ist also erheblich geringer als die der bisher bekannt gewordenen Elektronenröhren-Kippschaltungen. Die Messung der Verzögerungszeit am Kathodenstrahl-Oszillographen durch das Oszillogramm einer Kabel-Kurzschlußwanderwelle ergab innerhalb der Meßgenauigkeit eine gute Übereinstimmung mit dem theoretischen Wert[37].

Die geringste Verzögerungszeit wird bei einem Stoßkondensator $C_{st} = 50$ μμF erreicht bei negativen Stoßspannungen von 300 V und darüber. Sie wird größer bei kleineren negativen und bei positiven Stoßspannungen, erreicht jedoch bei dieser Kapazität des Stoßkondensators zwischen ± 30 V und ± 300 V keine größeren Werte als $2{,}5 \cdot 10^{-7}$ s. Zwischen Stoßspannungen von ± 5 und ± 30 V beträgt die maximale Verzögerungszeit $4 \cdot 10^{-7}$ s. Durch genaue Einregelung der Spannung u_{B_1} läßt sich die Anstoßempfindlichkeit auf ± 1 V steigern. Die erforderliche Stoß**dauer** liegt in derselben Größenordnung wie die Kippzeit (10^{-7} s). Dieser kleine Wert der Mindeststoßdauer ergibt sich daraus, daß ähnlich wie bei der Schaltung nach Gabor im Gegensatz zu neuerdings bekannt ge-

[35] Auch die nicht in Verbindung mit der Zeitablenkröhre stehende Zeitablenkplatte erhält eine gegenüber dem Heizfaden der Zeitablenkröhre positive Gleichspannung, damit der Elektronenbrennfleck nach Entladung der anderen Zeitablenkplatte nicht auf die Mitte der Schreibfläche, sondern auf deren Ende fällt.

[36] Wie Fußnote 26.

[37] Die gesamte Verzögerungszeit zwischen dem Spannungstoß auf das Kipprelais und der Freigabe des Elektronenstrahls ist außerdem noch von der Entladungsdauer der Strahlsperrplatten durch die Strahlsperrröhre abhängig. Bei genügend großer Empfindlichkeit der Strahlsperrvorrichtung kann der Strahlsperrkreis direkt von den Ausgangsklemmen des Kipprelais her betätigt und dadurch unter Umständen die Gesamtverzögerungszeit herabgesetzt werden.

wordenen Elektronenröhren-Kippschaltungen[38] die Gitterkapazität der Steuerröhre (*2*) ohne Zwischenschaltung von Widerständen durch die Stabilisierungsröhre (*1* bzw. Zeitablenkröhre) entladen wird.

Eine Reihe von Kipprelais der beschriebenen Bauart ist seit mehreren Jahren in Verbindung mit Kathodenstrahl-Oszillographen und Braunschen Röhren bei Stoßprüfungen und Durchschlagmessungen im Hochspannungslaboratorium der T. H. Berlin und bei Netzversuchen und Registrierungen von Gewitterüberspannungen der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen mit dem besten Erfolge angewendet worden.

Wir danken zum Schluß der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft sowie der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen, mit deren Unterstützung die Entwicklung der beschriebenen Geräte durchgeführt werden konnte. Besonders danken wir auch Herrn Prof. Matthias für sein Interesse und die tatkräftige Unterstützung der Arbeiten, ferner Herrn Dr. Rud. Mayer für mehrfache wertvolle Anregungen.

[38] Wie Fußnote 25.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten des Ausnutzungsfaktors der Betriebszeit.

Von W. Weingärtner, Münster i. Westf.

Übersicht. In Ergänzung einer früheren Arbeit des Verfassers werden weitere Anwendungsmöglichkeiten des Ausnutzungsfaktors der Betriebszeit angegeben: zur Berechnung der Energieaufnahme einer Umformer- oder Transformatoren**gruppe** sowie zur Kennzeichnung von Betriebsergebnissen.

In seiner Doktordissertation, von der in der ETZ 1932, S. 311 ein Auszug veröffentlicht worden ist, hat der Verfasser eine Größe mit der Bezeichnung Ausnutzungsfaktor der Betriebszeit eingeführt und ihre Eigenschaften untersucht. Die genannte Arbeit beschränkt sich auf die Anwendung dieser Größe zur Berechnung des Wärmeverbrauchs von Kraftwerken.

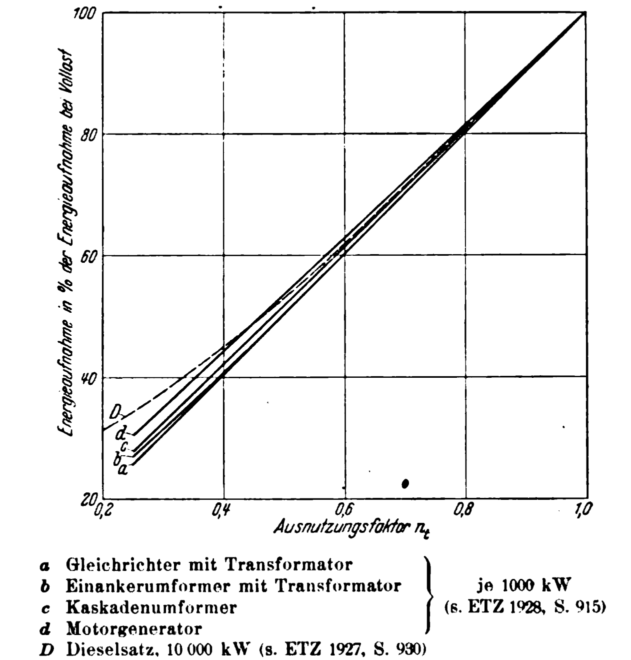
Damit sind jedoch die Anwendungsmöglichkeiten des Ausnutzungsfaktors der Betriebszeit keineswegs erschöpft, er kann vielmehr auch als Berechnungsgrundlage der Energieaufnahme von Umformer- und Umspannwerken benutzt werden, deren Einheiten **gruppenweise, jedoch nicht dauernd gleichzeitig,** je nach den vorhandenen Belastungsverhältnissen, in Betrieb genommen werden. Außerdem läßt sich der Ausnutzungsfaktor der Betriebszeit zur Kennzeichnung von Betriebsergebnissen benutzen.

1. Berechnung der Energieaufnahme einer Umformer- oder Transformatorengruppe.

Auch hier gehen wir von den Kurven der Leistungs**aufnahme** — der stündliche Wärmeverbrauch von Wärmekraftmaschinen stellt ja gleichfalls die aufgenommene Leistung dar — in Abhängigkeit von der Leistungs**abgabe**, also der Belastung oder einer ihr proportionalen Größe aus. Es erscheint zweckmäßig, diese Kurven mit den entsprechenden von Wärmekraftmaschinen zusammen darzustellen, damit ein Vergleich mit bereits Bekanntem ermöglicht werden kann.

Während man bei Wärmekraftmaschinen bei der Angabe des spezifischen Wärmeverbrauchs (kgcal/kWh) das Verhältnis der aufgenommenen zur abgegebenen Energie nennt — an die Stelle der Wärmemenge kann auch das Gewicht eines Energieträgers (Dampf oder Brennstoff) von bekanntem Energieinhalt treten —, bildet man bei Umformern und Transformatoren gewöhnlich das umgekehrte Verhältnis, das der abgegebenen zur aufgenommenen Energie, eine Größe, die naturgemäß dimensionslos ist, und die mit Wirkungsgrad bezeichnet wird. Der spezifische Wärmeverbrauch und der Wirkungsgrad sind also Größen, die einander entsprechen und in einer reziproken Beziehung zueinander stehen.

Eine graphische Darstellung der Wirkungsgrade der vier **Umformer**arten: Gleichrichter, Einankerumformer, Kaskadenumformer und Motorgenerator, findet sich u. a. in einer Arbeit von W. Reichel[1], die für Gleichspannungen zwischen 600 und 800 V bei einer Maschinenleistung von 1000 kW gilt. Aus dieser Darstellung wurde eine andere gewonnen, die die prozentuale Drehstromaufnahme, bezogen auf jene bei Vollast, als Funktion des momentanen Ausnutzungsfaktors n_t, d. h. des Verhältnisses der momentanen Gleichstromabgabe zur Vollastabgabe angibt (vgl. Abb. 1). Die graphische Darstellung läßt erkennen, daß der Verlauf der genannten Beziehung zwischen Viertellast und Vollast fast völlig linear ist. Zum Vergleich wurde in der Abb. 1 die Kurve des stündlichen Wärmeverbrauchs des 10 000 kW-Dieselsatzes der Hamburgischen Electricitäts-Werke[2], die der Verfasser seinen Untersuchungen in dem eingangs genannten Aufsatz zugrunde gelegt hat, eingetragen. Die entsprechende Kurve einer Dieselmaschine von 380 PS, die also hinsichtlich ihrer Leistung den Umformern mehr entspricht und in einer Arbeit von R. Schneider und G. Schnaus erwähnt wird[3], hat im wesentlichen denselben Verlauf. Das grundsätzlich verschiedene Verhalten der Umformer und der Dieselmaschine tritt bei der Betrachtung der Abb. 1 klar zutage.



a Gleichrichter mit Transformator
b Einankerumformer mit Transformator
c Kaskadenumformer
d Motorgenerator
(*a*–*d*: je 1000 kW (s. ETZ 1928, S. 915))
D Dieselsatz, 10 000 kW (s. ETZ 1927, S. 930)

Energieaufnahme in Prozent derjenigen bei Vollast.

	Umformer			
	n_t = 0,25	0,50	0,75	1,00
Kurve *a*	25,7	50,4	75,2	100,0
Kurve *b*	26,7	50,4	75,0	100,0
Kurve *c*	27,8	51,7	75,9	100,0
Kurve *d*	30,3	53,3	76,8	100,0
	Dieselsatz (punktiert)			
	n_t = 0,199	0,485	0,737	1,000
	% = 31,4	51,9	74,5	100,0

Abb. 1. Energieaufnahme verschiedener 1000 kW-Umformer und eines 10 000 kW-Dieselsatzes.

Hinsichtlich der **Transformatoren** sind einige grundsätzliche Bemerkungen notwendig. Zur Berechnung des mittleren, über einen bestimmten Zeitraum sich er-

[1] ETZ 1928, S. 915.

[2] M. Gercke, ETZ 1927, S. 930.

[3] ETZ 1931, S. 603.

streckenden Wirkungsgrades sind Formeln gebräuchlich von der Form:

$$\eta_m = \frac{L}{\frac{1}{n} L_{Fe} + L + L_{Cu}} \tag{1a}$$

oder umgeformt:

$$\eta_m = \frac{1}{1 + \frac{1}{n}\left(\frac{L_{Fe}}{L}\right) + \left(\frac{L_{Cu}}{L}\right)}. \tag{1b}$$

Hierin bedeuten:

L die Transformatorenleistung,
L_{Fe} die Eisenverluste,
L_{Cu} die Vollastkupferverluste,
n den Ausnutzungsfaktor.

Diese Formeln sind, worauf H. Smolinski hinwies[4], nicht streng richtig, da so gerechnet wird, als ob der durch das Kupfer entstandene Energieverlust proportional den Vollastkupferverlusten und der Benutzungsstundenzahl wäre. Die im Mittel aufgenommene Primärleistung wäre dann:

$$L_{m_1} = L_{Fe} + n\,(L + L_{Cu}). \tag{2}$$

Diese Gleichung ist die einer Geraden, die vollkommen analog der Gleichung für den mittleren stündlichen Wärmeverbrauch einer Dampfturbine, Gl. (7) des eingangs genannten Auszugs, gebildet ist: die Eisenverluste entsprechen dem stündlichen Leerlaufverbrauch, und die Größe $\frac{L + L_{Cu}}{L} = 1 + \frac{L_{Cu}}{L}$ entspricht dem zusätzlichen spezifischen Wärmeverbrauch. Ebenso entspricht der Nenner der Gl. (1 b) vollkommen der rechten Seite der Gleichung für den spezifischen Wärmeverbrauch, Gl. (8) des Auszugs. Da der spezifische Wärmeverbrauch und der Wirkungsgrad, wie oben auseinandergesetzt, in einer reziproken Beziehung zueinander stehen, erscheint der Ausdruck in Gl. (1 b) im Nenner.

Von praktischem Interesse ist die Untersuchung der Frage, in welchem Maße sich die tatsächliche Kurve der Energieaufnahme von der der Gl. (2) entsprechenden Geraden:

$$L_{t_1} = L_{Fe} + n_t\,(L + L_{Cu}), \tag{3}$$

die als Veränderliche die Momentanwerte L_{t_1} und n_t enthält, unterscheidet.

Die tatsächliche Kurve $L_{t_1} = f(n_t)$ ist eine Parabel, die unterhalb der Geraden verläuft und diese im Leerlauf- und Vollastpunkt schneidet. Die genannte Gerade entspricht also gewissermaßen der wirtschaftlichen Charakteristik, die bei Wärmekraftmaschinen viel genannt wird. Die größte Ordinatendifferenz zwischen der Geraden und der Parabel, also die größte absolute Abweichung, tritt, wie mittels der Theorie der Maxima und Minima leicht zu ermitteln ist, bei Halblast auf und ist gleich dem vierten Teil der Vollastkupferverluste; bei einem Kupferverlust von 2 % beträgt also die Abweichung nur ½ %. Zur Gegenüberstellung sei erwähnt, daß bei dem genannten 380 PS-Dieselmotor die maximale Abweichung fast 12 % beträgt.

Diese Betrachtung erscheint notwendig, um die äußerst geringe Abweichung der Kurve des Transformators vom linearen Verlauf ins rechte Licht zu setzen. Es ist zu beachten, daß man bei der Rechnung mit den Gl. (1 a) und (1 b) ungünstigere Werte als die streng richtigen erhält, was naturgemäß eher zuzulassen ist, als wenn sich zu günstige ergeben würden. Diese Tatsache soll jedoch nicht so verstanden werden, als ob die Ersetzung der Benutzungstunden durch die Verluststunden oder die analoge Berichtigung bei den entsprechenden Faktoren bei der Berechnung der Kupferverluste des Transformators unter allen Umständen überflüssig wäre; es kommt eben stets auf die Problemstellung an.

Die Kurven der Energieaufnahme der Umformer und des Transformators können jedenfalls mit derselben Berechtigung als linear angesehen werden wie die entsprechenden Kurven der Dampfturbine, so daß auch dieselben Berechnungsmethoden zulässig sind. Man kann also bei e i n e r Maschine den Ausnutzungsfaktor, bei m e h r e r e n Maschinen, auch wenn diese nur zeitweilig zusammenarbeiten, den Ausnutzungsfaktor der Betriebszeit als Grundlage für die Berechnung der Energieaufnahme bei Umformern und Transformatoren mit derselben Berechtigung wie bei Dampfturbinen heranziehen: Beim Vorhandensein gleichartiger Kurven für den Wirkungsgrad kann diesen unter Benutzung des Ausnutzungsfaktors der Betriebszeit der für die ganze Maschinengruppe maßgebende Wirkungsgrad, entsprechend dem mittleren spezifischen Wärmeverbrauch bei Dampfturbinen, entnommen werden, so daß die Division der voraussichtlich abzugebenden Arbeit durch den mittels des Ausnutzungsfaktors der Betriebszeit ermittelten Wirkungsgrad die voraussichtlich aufzunehmende Arbeit ergibt. Durch den Vergleich der Wirkungsgrade der in Frage stehenden Umformerarten auf der Grundlage e i n e s ermittelten Wertes für den Ausnutzungsfaktor der Betriebszeit ergibt sich in einfacher Weise ein Überblick, wie sich bei einer bestimmten Unterteilung die einzelnen Umformerarten hinsichtlich ihrer Energieaufnahme bei gegebener Energieabgabe unterscheiden, ein Vergleich, der naturgemäß je nach der angenommenen Unterteilung und dem daraus ermittelten Ausnutzungsfaktor der Betriebszeit ganz verschieden ausfällt.

Ebenso wie bei den Dampfturbinen kann bei Transformatoren beim Vorhandensein gleichartiger Kurven, dort des spezifischen Wärmeverbrauchs, hier des Wirkungsgrades, in den Formeln der Ausnutzungsfaktor n durch den Ausnutzungsfaktor der Betriebszeit n_T ersetzt werden. Die Formel für den mittleren Wirkungsgrad einer Transformatorengruppe lautet daher, entsprechend der Gl. (1 b):

$$\eta_{\Sigma m} = \frac{1}{1 + \frac{1}{n_T}\left(\frac{L_{Fe}}{L}\right) + \left(\frac{L_{Cu}}{L}\right)}. \tag{4}$$

Auch diese Formel ist naturgemäß nicht streng richtig. Gegebenenfalls könnte auch hier eine getrennte Berechnung des Wirkungsgrades einzelner Transformatoren oder gleichartiger Gruppen vorgenommen werden, wenn die in den Klammern stehenden Verhältniszahlen, die prozentualen Eisen- bzw. Vollastkupferverluste, zu große Abweichungen zeigen würden.

2. Kennzeichnung von Betriebsergebnissen.

Bisher hatten wir den Ausnutzungsfaktor der Betriebszeit nur als Berechnungsgrundlage für die Energieaufnahme einer Maschinengruppe kennengelernt. Es zeigt sich jedoch, daß die genannte Größe auch zur Kennzeichnung von Betriebsergebnissen geeignet ist. Die zu diesem Zweck gebräuchliche Anwendung des Ausnutzungs- und Belastungsfaktors soll durch diesen Vorschlag keineswegs eingeschränkt werden.

Der Ausnutzungsfaktor der Betriebszeit gestattet einen tiefen Einblick in die Betriebsverhältnisse einer Maschinengruppe, er gibt eindeutig darüber Auskunft, in welchem Maße es dem Betriebsleiter gelungen ist, die eingesetzten Maschinen i n b e z u g a u f i h r e B e t r i e b s z e i t auszunutzen. Darüber können naturgemäß die beiden anderen Größen, der Ausnutzungs- und Belastungsfaktor, keinerlei Auskunft geben. Aber gerade die Angabe des Anpassungsgrades an die Belastungsverhältnisse, auf die der Betriebsleiter keinerlei Einfluß ausüben kann, die ihm vielmehr durch die Abnehmer aufgezwungen werden, erscheint wesentlich. Die obere erreichbare Grenze des Wertes für den Ausnutzungsfaktor der Betriebszeit wird auch bei gegebenem Belastungsdiagramm von der Art der Unterteilung des Maschinenparks stark beeinflußt, und es dürften sich daher in der Praxis größere Schwankungen des erreichten Wertes ergeben als bei dem üblichen Ausnutzungs- und Belastungsfaktor, so daß durch die Angabe des Ausnutzungsfaktors der Betriebszeit in weitgehendem Maße eine Kennzeichnung der Betriebsergebnisse möglich sein wird. Zu diesem Zweck können naturgemäß Maschinen ohne Rücksicht auf ihre Charakteristik zusammengefaßt werden. Es stände auch nichts im Wege, die verschiedenartigsten Stromerzeuger (Dampfkraft-, Verbrennungskraft- oder Wasserkraftmaschinensätze), wenn sie betrieblich eine Einheit bilden, zusammenzufassen. Man könnte noch einen Schritt weitergehen und bei Verbundbetrieb (Nah- und Fernstrom) beide Betriebseinrichtungen zusammenfassen und nach Maßgabe der Leistungen und Betriebsdauern sämtlicher ins Netz speisenden Erzeuger und Wandler (Transformatoren oder Umformer) den Ausnutzungsfaktor der Betriebszeit ermitteln.

[4] ETZ 1928, S. 81.

Über den Unterbrechungsvorgang im Hochleistungschalter.

Von J. **Biermanns**, Berlin.

(Schluß von S. 645.)

Die Stromunterbrechung ist, wie aus den nun folgenden Erörterungen vorweggenommen sei, ein Entionisierungsvorgang, u. zw. erlischt der Wechselstrom-Lichtbogen nach erfolgtem Nulldurchgang des Stromes dann, wenn die Anstiegsgeschwindigkeit der wiederkehrenden Spannung nicht mehr zu seiner Neuzündung ausreicht. Dies wird dann der Fall sein, wenn die Entionisierung der während des Stromflusses in einen Zustand vorzüglicher Leitfähigkeit versetzten Schaltstrecke und damit die Wiederkehr ihrer dielektrischen Festigkeit schneller erfolgt als der Anstieg der wiederkehrenden Spannung. Die Zeit, die zur Regenerierung der Schaltstrecke zur Verfügung steht, schwankt, wie wir vorhin sahen, zwischen eintausendstel und einmillionstel Sekunde. Es ist nun sehr interessant, daß diese Zeiten sich zufällig mit denen für die Entionisierung benötigten überschneiden. Man stelle sich vor, ein kurzer zwischen 2 Elektroden brennender Lichtbogen sei sich selbst überlassen. Dann wird nach der Kurve der Abb. 12[37] ein Teil der Spannung so-

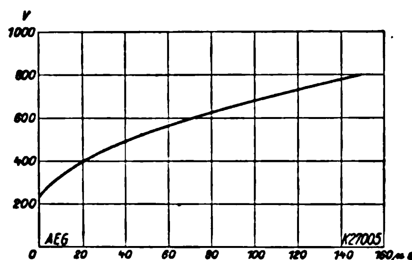


Abb. 12. Unterbrechungsvorgang. Wiederkehr der dielektrischen Festigkeit einer kurzen Schaltstrecke mit kalten Elektroden (nach J. Slepian).

fort, also etwa in 1μs wiederkehren dürfen, ohne daß die Schaltstrecke durchbrochen wird. In einem Teil derselben wird offenbar die Entionisierung durch Rekombination positiver und negativer Ladungsträger sofort beendet sein. Wir gehen nicht fehl, wenn wir diesen Vorgang an die Elektroden selbst verlegen. In der eigentlichen Lichtbogensäule macht der Prozeß hingegen viel langsamere Fortschritte. Man erkennt, daß der Vorgang dann Zeiten beansprucht, welche in die Größenordnung der langsamen Eigenschwingungen des unterbrochenen Kreises fallen. Dies spiegelt sich deutlich in der in Abb. 13

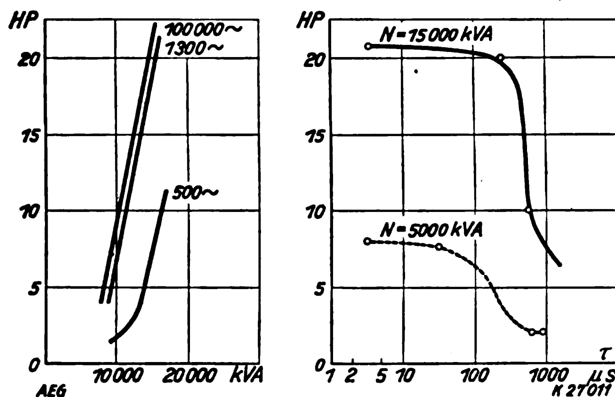


Abb. 13. Einfluß der Netzkapazität auf die Lichtbogendauer bei einem Ölschalter.

gezeigten Abhängigkeit der Lichtbogen-Brenndauer eines Ölschalters mit normalen offenen Kontakten bei veränderlicher Wiederkehrzeit τ. Erst bei erheblicher Vergrößerung von τ geht die Lichtbogendauer energisch herunter. Das wäre sozusagen der natürliche Entionisierungsvorgang. Steuert man hingegen die Durchströmung des Lichtbogens mit dem Löschmedium, so ist eine viel kräftigere Entionisierung zu erwarten. Es muß sich schon für viel kleinere Werte von τ ein erheblicher Rückgang der Lichtbogendauer zeigen. In der Tat sieht man in Abb. 14, die sich auf eine der ersten Entwicklungsformen

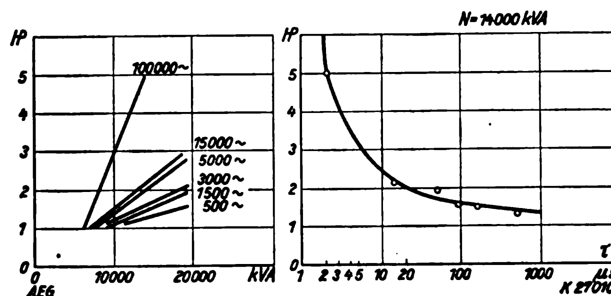


Abb. 14. Einfluß der Netzkapazität auf die Lichtbogendauer beim Druckgasschalter.

der Druckgasschalter-Düse bezieht, daß hier schon bei ganz kurzen Wiederkehrzeiten entsprechend sehr kleinen Netzkapazitäten die Lichtbogendauer auf ein bis zwei Halbperioden beschränkt wird[38].

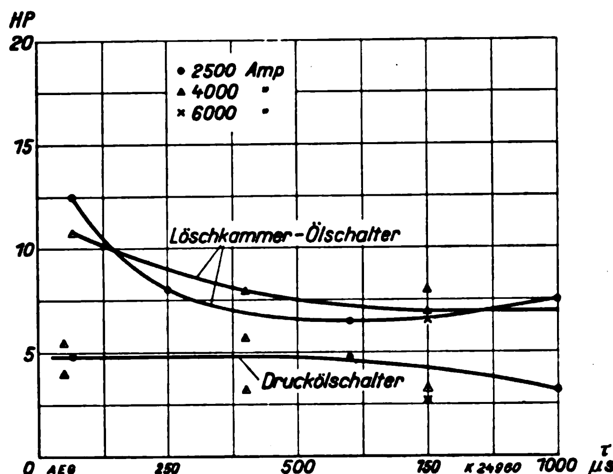


Abb. 15. Einfluß der Netzkapazität auf die Lichtbogendauer beim Löschkammer- und Druckölschalter.

Abb. 15[39] zeigt, daß, wie nicht anders zu erwarten, auch der Löschkammer-Ölschalter und in noch ausgeprägterem Maße der Druckölschalter jenes Verhalten aufweisen, das der Druckgasschalter gewissermaßen in Reinkultur repräsentiert. Sie alle haben auch bei schnellem Wiederanstieg der Spannung, also auch bei geringer Netzkapazität, eine kurze Lichtbogendauer.

4. Physik des Lichtbogens.

Wir werden die sich im Lichtbogen abspielenden, die endgültige Unterbrechung einleitenden und zu Ende führenden Vorgänge besser verstehen lernen und uns leichter ein Urteil über die Wirksamkeit der Mittel bilden können, die uns zur Einleitung bzw. Beschleunigung der Unterbrechung zur Verfügung stehen, wenn wir im nachfolgenden zunächst kurz auf das Wesen des Lichtbogens eingehen[40]. Der Strom im Lichtbogen wird durch freie Elektronen übertragen, welche von der Kathode emittiert werden. Grundbedingung für die Existenz eines Lichtbogens ist somit, da es sich um Glühemission handelt, eine hohe Temperatur des Fußpunktes auf der Kathode bzw. bei

[37] J. Slepian, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 47 (1928), S. 1398; Bd. 48 (1929), S. 523 (Ref.: ETZ 1929, S. 686).

[38] Vgl. a. Fußnote 32, S. 314.

[39] Vgl. Fußnote 1, S. 511, Abb. 11 u. Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 50 (1931), S. 239 (Diskussionsbeitrag Prince).

[40] Vgl. ETZ 1929, S. 1076.

Lichtbögen mit sog. kalter Kathode der ihr unmittelbar vorgelagerten Gasschicht. Daß die Zahl der von der glühenden Kathode emittierten Elektronen genügt, um die auf dem Kathodenfleck zu beobachtenden Stromdichten zu erklären, zeigt Abb. 16, die für Wolfram die nach der Richardsonschen Gleichung berechnete Elektronenstromstärke als Funktion der absoluten Temperatur wiedergibt. Da im Lichtbogen herrschender hoher Druck oder Siedeverzug oder Oxydation des Metalles die Temperatur des Kathodenflecks bis auf 4500 ° abs. oder mehr ansteigen lassen kann, sind Stromdichten bis 15 000 A/cm² und mehr durch die Temperaturemission zu erklären.

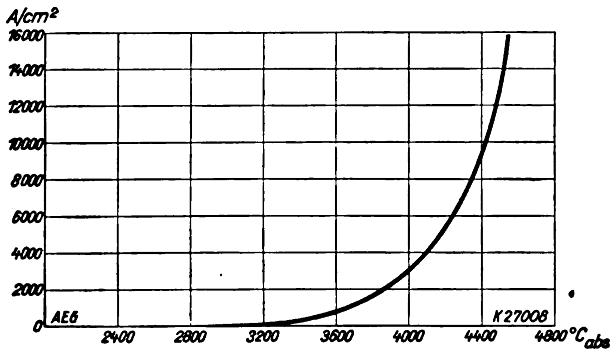


Abb. 16. Zusammenhang zwischen Kathodentemperatur und Stromdichte für Wolfram nach Richardson.

Der Wärmebedarf des Lichtbogens und insbesondere der Kathode wird durch den längs der Lichtbogenstrecke auftretenden elektrischen Spannungsabfall im Verein mit der Stromstärke gedeckt. Da besonders metallische Kathoden infolge der hohen Wärmeleitfähigkeit einen großen Wärmebedarf besitzen, ist es nicht verwunderlich, daß zunächst an der Kathode sprungartig ein gewisser Spannungsabfall, der sog. Kathodenfall, auftritt. Er kommt gleichzeitig auch der Loslösung der Elektronen aus dem Kathodenmaterial zugute, er bringt ferner die austretenden Elektronen auf eine hohe Geschwindigkeit. Diese werden so in den Stand gesetzt, die auf hoher Temperatur befindliche Lichtbogenstrecke, die nach neueren Messungen 5000 ... 9000 ° abs. heiß ist[41, 42, 43], zu ionisieren. Dadurch wird einmal eine genügende Leitfähigkeit der Gassäule bedingt, dann werden aber auch diejenigen positiven Ionen erzeugt, die vor der Kathode gebraucht werden, um ein allzu starkes Anwachsen der negativen Raumladung zu verhindern. Im anderen Falle würde sich nämlich sehr bald vor die Kathode eine dichte Wolke negativer Elektronen lagern, die jedes Hindurchkommen weiterer Elektronen verhindern würde. Die Geschwindigkeit der Elektronen ist in der Gassäule zu gering, als daß sie beim Auftreffen mit dieser Geschwindigkeit auf die Anode imstande wären, an dieser die benötigte Zahl von Ionen neuzubilden. Es entsteht deshalb zunächst vor der Anode ein Fehlbetrag an positiven Ionen durch das Wegwandern, und es bildet sich vor der Anode eine negative Raumladung, die so lange anwächst, bis die Beschleunigung der ankommenden Elektronen durch den so entstehenden Anodenfall für die Schaffung der nötigen Zahl von positiven Ionen groß genug geworden ist.

Die Geschwindigkeit der positiven Ionen ist ihrer gegenüber den freien negativen Elektronen großen Masse wegen etwa 400mal geringer als die der negativen Elektronen. Wir können uns sonach, wie in Abb. 17 dargestellt, die Lichtbogensäule als ein Raumgitter positiver Ladungsträger vorstellen, das von den Elektronen mit verhältnismäßig großer Geschwindigkeit durchstoßen wird. Die positiven Ionen tragen nichts Wesentliches zum Stromtransport bei, ihre Aufgabe ist in erster Linie die Herstellung der richtigen Raumladungsverteilung. Das obere Teilbild gibt insofern ein falsches Bild von den wirklichen Verhältnissen, als in ihm die riesige Zahl der neutralen, nicht ionisierten Gasmoleküle fehlt. Zur Erklärung der in Lichtbögen beobachteten Stromdichte genügt die Annahme, daß auf etwa 10 000 neutrale Moleküle ein Elektron bzw. positives Ion treffen, die Ladungsträger müssen sich also wie einsame Reisende in einer großen menschenleeren Wüste vorkommen.

[41] L. S. Ornstein und D. Vermeulen, Physik. Z. Bd. 70 (1931), S. 564.
[42] L. S. Ornstein, H. Brinkmann und D. Vermeulen, Temperatures in alternating current arcs. Proc. Acad. Amsterdam Bd. 34 (1931), Nr. 6, S. 764.
[43] Engel und Steenbeck, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 10 (1931), S. 155.

Das untere Teilbild zeigt die Aufteilung des Spannungsgefälles bei einem zwischen „kalten" Kupferelektroden brennenden Lichtbogen. Wir bemerken den hohen Kathodenfall, der hier zur Ionisierung und Erhitzung der der Kathode unmittelbar vorgelagerten Gasschicht und zur Deckung der von der kalten Kathode abgeführten Wärmemenge dient und der sich in der Größenordnung von etwa 200 V bewegt. Bei „heißer" Kathode sinkt demgegenüber der Kathodenfall auf wenige Volt herunter.

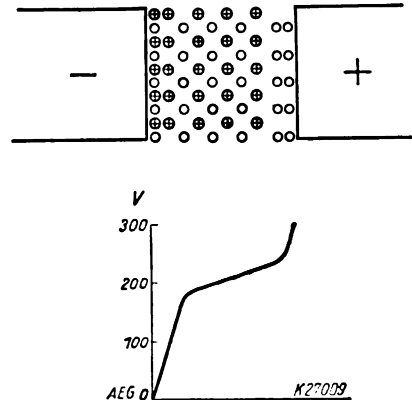


Abb. 17 Zustand der Schaltstrecke während des Stromflusses.

Der Anodenfall ist im allgemeinen gegenüber dem Kathodenfall nur klein und für unsere Betrachtungen daher gleichfalls von untergeordnetem Interesse. Das Spannungsgefälle auf der Lichtbogenstrecke ist, wie in vorstehender Abbildung dargestellt, ebenfalls nur verhältnismäßig klein und beträgt beispielsweise bei einem Lichtbogen in ruhender Luft von Atmosphärendruck etwa 30 V/cm. Es ist zunächst nicht einzusehen, daß dieses Spannungsgefälle für die Ionisierung der Lichtbogengase ausreichend ist. Diese ist aber erforderlich, da die von der Kathode emittierten Elektronen in der positiven Säule des Lichtbogens Gelegenheit finden, sich mit den positiven Ionen wieder zu neutralen Molekülen zu vereinigen. Die aufstoßenden Zweifel verschwinden aber, wenn wir uns an die hohe Temperatur der Lichtbogensäule erinnern und bedenken, daß bei so hohen Temperaturen, wie die in Abb. 18 gezeigten Kurven[44] erkennen lassen, bereits eine weitgehende Aufspaltung der Moleküle durch sog. Thermoionisierung stattfindet. Insbesondere die mit $V_i = 7{,}5$ V beschriftete Kurve, die sich auf eine durch Metalldämpfe verunreinigte Gasstrecke bezieht, zeigt, daß die durch die elektrische Feldstärke bedingte Stoßionisierung hinter der Thermoionisierung an Bedeutung zurücktreten kann. V_i bedeutet hier jene Spannung, welche ein Elektron durchfallen muß, um ein Atom des betreffenden Gases oder Dampfes zu ionisieren. Je niedriger V_i, desto höher der Anteil der ionisierten Atome bei gegebener Temperatur.

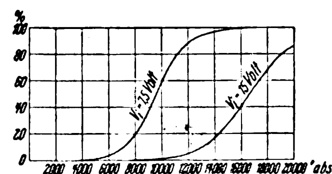


Abb. 18. Thermoionisierung für Gase mit 7,5 u. 15 V Ionisierungsspannung.

Die eben durchgeführten Betrachtungen geben noch lange kein erschöpfendes Bild von der Wechselwirkung zwischen Ladungsträgern und neutralen Molekülen im Lichtbogen und insbesondere von der Rolle, die die letzteren spielen. Das elektrische Feld im Lichtbogen verleiht den Elektronen eine gewisse Geschwindigkeit und bringt damit die Lichtbogenstrecke auf eine hohe Temperatur. Abb. 19 zeigt eine Kurve, die nach O. Mayr den räumlichen Temperaturverlauf im Lichtbogen von seiner Achse radial nach außen schematisch darstellt. Die Kernzone *I* des Lichtbogens wird von einer Zone umschlossen, welche durch ein ungewöhnlich hohes Temperaturgefälle charakterisiert ist und welche die Bereiche *II* und *III* umfaßt. Die hohe Temperatur im Lichtbogen bedingt einen starken Zerfall der Moleküle in ihre Atome und eine Aufspaltung der Atome selbst in positive Ionen und freie Elektronen. Die letztere, also die höchste Stufe des Zerfalls, haben wir bereits als Thermoionisierung kennen gelernt. Wir wollen die Vorgänge unter der Annahme, daß der Lichtbogen in

[44] Vgl. O. Mayr, ETZ 1932, S. 77.

Wasserdampf brennt, etwas genauer verfolgen. Wenn wir ganz außen beginnen, finden wir zunächst Zone *V*, in welcher die Temperatur unter 374 ° C, d. h. unter der kritischen Temperatur des Wasserdampfes liegt. In dieser Zone kann nasser Dampf vorhanden sein, in der Zone *IV* dagegen kann Wasser unter keinen Umständen in flüssigem Aggregatzustand existieren. Wir haben hier in jedem Fall trockenen Wasserdampf vor uns, dessen Moleküle dann bei den höheren Temperaturen der Zonen *III* und *II* in die Moleküle H_2 und O_2 und schließlich in ihre Atome aufgespalten werden. In Zone *I*, d. h. im Kern des Lichtbogens, sind die Temperatur und die Wärmebewegung der Atome so groß, daß bei ihrem Zusammenprall ein Teil derselben in positive Ionen und freie Elektronen aufgespalten wird.

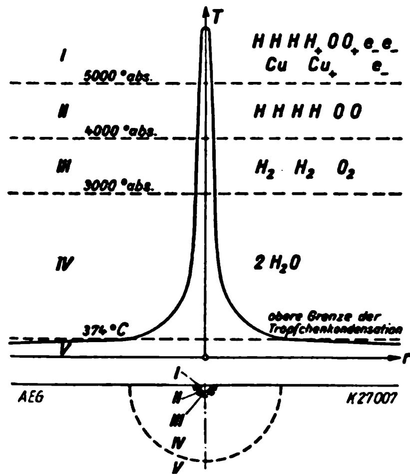


Abb. 19. Querschnitt durch den Lichtbogen in Wasserdampf.

Der eben schematisch dargestellte Zerfall der Wasserstoffmoleküle in einatomige Gase und Elektronen geht in Wirklichkeit stetig vor sich und kann thermodynamisch mit Hilfe des Nernstschen Wärmetheorems genau berechnet werden. Abb. 20[45] zeigt, wie dieser Vorgang bei

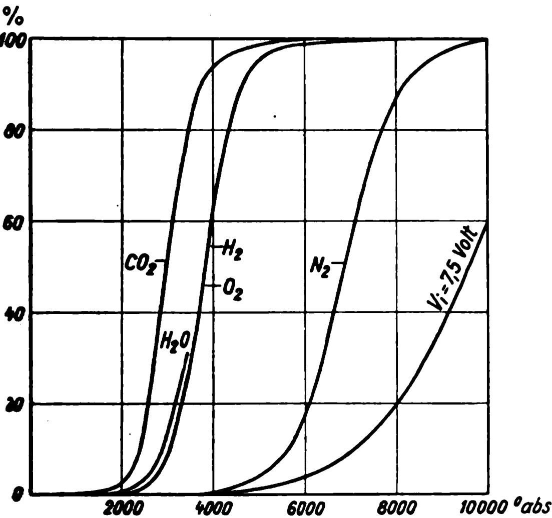


Abb. 20. Beziehung zwischen Lichtbogentemperatur und Dissoziation des Löschmittels.

verschiedenen Gasen abhängig von der Temperatur verläuft. Soweit es sich um den Zerfall der Moleküle in einfachere Moleküle oder Atome handelt, spricht man von einer Dissoziation der Gase. Man sieht hier, wie verschiedene Gase nacheinander dissoziieren. Auf der Abszissenachse ist die absolute Temperatur aufgetragen, auf der Ordinatenachse der sog. Dissoziationsgrad, welcher angibt, wieviel Prozent der ursprünglich vorhandenen Moleküle auseinandergefallen sind. Man erkennt, daß z. B. bei 2000 ° abs. die Kohlensäure zu dissoziieren beginnt, etwas später der Wasserdampf, der Wasserstoff und der Sauerstoff, und daß bei etwa 5000 ° abs. diese Gase praktisch alle in ihre Atome zerfallen müssen. Eine Ausnahmestellung unter den für die Praxis in Frage kommenden Gasen nimmt der Stickstoff ein, bei welchem die entsprechende Grenztemperatur rd. doppelt so hoch liegt, und der infolgedessen im Lichtbogen nur teilweise dissoziiert. Bei noch höheren Temperaturen setzt erst die Thermoionisierung ein, wie die mit $V_i = 7{,}5$ V beschriftete, sich auf durch Metalldämpfe verunreinigte Gase beziehende Kurve zeigt.

[45] Vgl. Fußnote 44, S. 79.

5. Der Löschvorgang.

Die vorhergehenden Betrachtungen zeigten, daß der Bestand eines Hochleistungs-Lichtbogens bei ausreichend hoher EMK im Stromkreis in der Hauptsache an zwei Faktoren gebunden ist, nämlich hohe Temperatur und die Anwesenheit von Metalldämpfen. Mit dieser Erkenntnis drängen sich aber ganz von selber die wirksamsten Mittel zur Löschung solcher Lichtbögen auf, nämlich kräftige Abkühlung und starke Zerstreuung oder Verdünnung der etwa von den Elektroden herrührenden Metalldämpfe. Es ist leicht einzusehen, daß ein vorzügliches Mittel hierfür die Zuleitung frischen, möglichst kalten Gases ist, ein Weg, der, wie zu Anfang dieser Ausführungen gezeigt, von der Praxis, indem sie bei allen neu entwickelten Hochleistungschaltern das Prinzip der Strömung einführte, auch allgemein beschritten worden ist. Wenn zunächst der Erfolg der Praxis hierin Recht gegeben hat, so erkennen wir jetzt die näheren Zusammenhänge, die für diesen Erfolg verantwortlich zu machen sind.

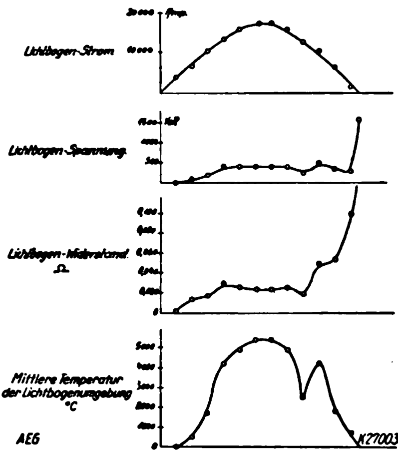


Abb. 21. Physikalische Größen des Unterbrechungs-Lichtbogens beim Druckgasschalter.

Es kann für die weiteren Betrachtungen vorausgesetzt werden, daß der Lichtbogen in einem Gas brennt, welches mit hoher Geschwindigkeit durch eine Druckgas-Schalterdüse, eine Löschkammeröffnung o. dgl. strömt, und daß dadurch die Temperatur in der weiteren Umgebung des Lichtbogens während des Strom-Nulldurchganges 1000 ° abs. nicht überschreitet. Daß dies zutrifft, zeigt Abb. 21, die die wichtigsten Momentanwerte während einer Löschhalbperiode des Druckgasschalters darstellt. Man sieht, daß sich zwar während des Strommaximums eine ziemlich hohe Temperatur des den Lichtbogen umgebenden Luftstromes einstellt, daß aber beim Nulldurchgang des Stromes die Lichtbogenumgebung längst auf normale Temperatur abgekühlt ist. Ähnliche Verhältnisse liegen beim Löschkammer-Ölschalter und beim Wasserschalter vor, wo die Temperatur der ausströmenden Dämpfe im Mittel durch die Siedetemperatur des Öles oder Wassers bei dem vorhandenen Druck und nicht durch die Lichtbogentemperatur bestimmt ist. Die für den Stromtransport allein in Frage kommende Kernzone des eigentlichen Lichtbogens wird hingegen ihre hohe Temperatur von 5000 ... 9000 ° abs. und damit ihre elektrische Leitfähigkeit so lange beibehalten, als noch irgendein Stromfluß in dem zu unterbrechenden Stromkreis vorhanden ist. Nur der Querschnitt dieser Kernzone wird sich etwa im selben Maße wie die Stromstärke verringern. Erreicht der Strom die Nullinie, was bei 50periodigem Wechselstrom jede hundertstel Sekunde einmal eintritt, so wird der Lichtbogenkern, soweit die genannte hohe Temperatur in Frage kommt, seinen Querschnitt praktisch eingebüßt haben. Deswegen braucht aber die Temperatur an dieser Stelle noch lange nicht auf die Umgebungstemperatur herabgesunken zu sein, da die Lichtbogensäule eine, wenn auch nur geringe, so aber doch endliche Wärmekapazität besitzt, da ferner die Wärmeabgabe mit fallender Temperatur außerordentlich stark nachläßt und da endlich die Rückbildung der im Lichtbogenkern dissoziierten Moleküle im Sinne einer gewissen Trägheit der Kerntemperatur wirkt. Wenn sonach der Lichtbogenkern im Augenblick des Nulldurchganges des Stromes seine hohe Temperatur von etwa 7000 ° abs. verloren hat, so behält er den-

noch, wie Abb. 22 zeigt, die an einem in ruhender Luft brennenden Wechselstrom-Lichtbogen von Vermeulen und anderen[46] aufgenommen wurde, eine Temperatur von mehreren tausend Grad.

Die Leitfähigkeit des Lichtbogens geht dadurch zwar stark zurück, sie ist aber immerhin noch so groß, daß in vielen Fällen, wie das früher gezeigte Schleifenoszillogramm erkennen ließ, unter Zuhilfenahme der verfügbaren EMK des Stromkreises eine Neuzündung nach jedesmaligem Nulldurchgang des Stromes erfolgt. Durch eine neue Arbeit von O. Mayr[47], die den Gasdurchschlag rechnerisch als thermisches Problem erfaßt, sind hier wichtige Aufschlüsse gebracht worden.

Abb. 22. Zeitliche Schwankung der Lichtbogentemperatur bei Wechselstrom von 50 Hz nach Ornstein, Brinkmann und Vermeulen.

Je rascher es nun gelingt, die innerste Lichtbogenzone noch unter die eben genannte Temperatur abzukühlen, um so besser sind die Vorbedingungen für eine rasche Löschung des Lichtbogens gegeben. Dabei kommt es darauf an, die Lichtbogenbahn auf eine solche Temperatur herunterzukühlen, daß keine ausreichende Thermoionisation mehr vorhanden ist, daß Rekombination der vorhandenen Elektronen und positiven Ionen eintritt, und daß ferner die Dichte des die Lichtbogenbahn erfüllenden Gases groß genug geworden ist, um bei der verfügbaren EMK des Stromkreises keine Neuzündung mehr zuzulassen. Der zuletzt angeführte Gesichtspunkt läßt es als besonders vorteilhaft erscheinen, das Löschmittel an der Unterbrechungsstelle unter hohen Druck zu setzen.

Nicht zuletzt ist es wesentlich, durch eine gut geführte Strömung dem Lichtbogen den Zusammenhang zu nehmen und die ionisierte Bahn durch zahlreiche durchschlagfeste Schichten zu unterbrechen.

Es ist dabei eine Aufgabe für sich, dafür zu sorgen, daß die von der nachglühenden Kathode weiterhin emittierten Elektronen durch die Gasströmung in ungefährliche Bahnen, also von der Anode abgelenkt werden. Daß dies bei der Geschwindigkeit des Löschmittels, die etwa seiner Schallgeschwindigkeit entspricht, überhaupt möglich ist, liegt daran, daß die emittierten Elektronen sich an Moleküle des kalten Löschmediums anzulagern scheinen, wodurch ihre Geschwindigkeit bei den in Frage kommenden elektrischen Feldstärken und Gasdrücken so weit sinkt, daß sie noch nicht $^1/_{10}$ der Strömungsgeschwindigkeit des Löschgases erreicht. Man kann sich dies an Hand der früher gezeigten Zeitlupenaufnahmen der Druckgasschalter-Düse sehr gut vorstellen. Die nicht minder wesentliche Entionisierung des Lichtbogen-Kernes kann hingegen nicht auf Vorgänge zurückgeführt werden, welche, wie die Elektronenanlagerung oder die Tröpfchenkondensation, nur bei Temperaturen von einigen hundert Grad vor sich gehen können. In der Tat sind derartige Anschauungen nicht mit dem Ergebnis zu vereinbaren, daß beispielsweise gerade nicht kondensierende Gase die höchste Abschaltfähigkeit aufweisen und daß elektronenaffine Gase hinter indifferenten in der Löschwirkung weit zurückstehen.

Die Abkühlung des Lichtbogenkernes braucht nicht unbedingt erst dann einzusetzen, wenn der zu unterbrechende Strom den Nullwert erreicht hat, es gäbe im anderen Falle keine Gleichstromunterbrechung. Die Tatsache, daß es mit dem Druckgasschalter gelungen ist, bei 15 000 V Gleichspannung noch einige 1000 A abzuschalten, beweist einwandfrei, daß bei zweckmäßigster Beeinflussung des Löschvorganges die Wärmebilanz des Lichtbogens schon vor dem Nulldurchgang des Stromes gestört wird, daß also schon vor jenem Zeitpunkt die dem Lichtbogen entzogene Wärme größer zu werden beginnt als die im Lichtbogen erzeugte Wärme. Bei dieser Anschauung ist es durchaus nicht nötig, einen scharfen Schnitt zwischen der Zeit vor und nach dem Stromnulldurchgang zu machen. Die Verhältnisse liegen beim Wechselstrom insofern günstiger als beim Gleichstrom, als selbst dann, wenn die Abkühlung bis zum Nulldurchgang des Stromes noch nicht weit genug fortgeschritten ist, die wiederkehrende Spannung nicht plötzlich erscheint, sondern noch die sog. Spannungsrückkehrzeit zur Verfügung steht. Je größer diese ist, desto größer durfte der vorausgegangene Strom sein und desto größer wird erfahrungsgemäß die erreichbare Ausschaltleistung.

Wir fragen uns nun, wie der Mechanismus des Abtransportes der Wärme aus dem Lichtbogen im einzelnen beschaffen ist. Zu dem Zwecke erinnern wir uns zunächst der Tatsache, daß der etwa 7000 ° abs. heiße Lichtbogenkern von dem ihn umgebenden kalten Gasstrom durch eine relativ schmale Grenzzone mit einem sehr hohen Temperaturgefälle getrennt ist.

Wir behaupten nun, daß die im Lichtbogen entwickelte Wärme zunächst durch reine Wärmeleitung radial durch die erwähnte Grenzschicht hindurch aus dem Lichtbogen heraus transportiert und von dort durch die axiale Gasströmung weitergeführt wird. Trifft dies zu, so muß, da während des Stromnulldurchganges die axiale Gasbewegung nur wenig fortschreitet, die Wärmeleitfähigkeit des Löschmittels auf den Abschaltvorgang und auf die Abschaltleistung von hervorragendem Einfluß sein. Daß die Wärmeleitung überhaupt die für den Transport so großer Wärmemengen erforderliche Größenordnung annehmen kann, hat seinen besonderen Grund, der mit der hohen Lichtbogentemperatur zusammenhängt. Die Wärmeleitung der Gase ist ja nichts anderes als ein Ausgleich des Temperaturgefälles durch die Diffusion von Molekülen der Kernzone in kältere Zonen und umgekehrt. Dieser Vorgang wird nun in dem Temperaturbereich, in dem die Dissoziation stattfindet, also in der mehrfach erwähnten Grenzzone, durch die bei der Dissoziation umgesetzte Energie außerordentlich verstärkt[48]. Die nicht dissoziierten Moleküle, die aus der kalten Gaszone in den Lichtbogenkern hinein diffundieren, beginnen sich bereits an seiner Grenze zu spalten und binden dabei sehr erhebliche zur Sprengung des Molekülverbandes und später des Atomverbandes erforderliche Energien, die dem Wärmevorrat des Lichtbogens entnommen werden. Diffundieren nun die zerlegten Moleküle vom Kern des Lichtbogens in seine äußeren Zonen, so treffen sie dort niedrigere Temperaturen an, und es kommt zu einer Wiedervereinigung der getrennten Atome und zu einem Freiwerden der gebundenen Wärmemengen. Es entsteht auf diese Weise ein reger Wärmetransport vom Kern des Lichtbogens in die ihn umgebende Gashülle.

Die Berechnung der durch die Dissoziation verstärkten Wärmeleitfähigkeit verschiedener Gase nach einer von Nernst angegebenen Methode ergab nun die in Abb. 23 gezeigten Kurven[49]. Man sieht dort, wie die Wärmeleitung von unscheinbaren Ausgangswerten im Dissoziationsbereich zu einem Maximum ansteigt und dann wieder abfällt. Oberhalb der Dissoziationstemperatur bleibt jedoch ein Zuwachs, der dadurch entsteht, daß die Gase in einatomigem Zustand wegen ihres kleineren Molekulargewichtes bessere Wärmeleiter sind als bei dem bei niedriger Temperatur vorhandenen zweiatomigen Zustand. Die Kurven zeigen nun, daß die verschiedenen Gase sich bezüglich ihrer effektiven Wärmeleitfähigkeit sehr verschieden verhalten, wobei die Reihenfolge, wenn wir die Mittelwerte der Kurven zwischen 0 und 6000 ° abs. nehmen, folgendermaßen verläuft:

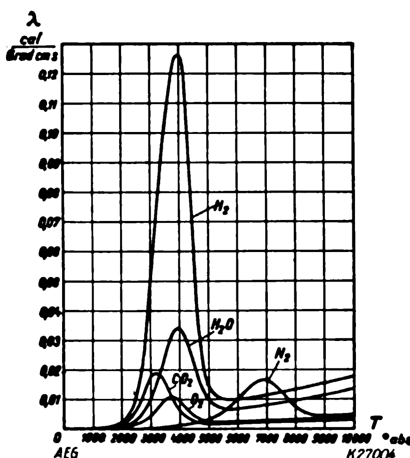


Abb. 23. Wärmeleitfähigkeit von Gasen bei hohen Temperaturen.

Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure, Wasserdampf und Wasserstoff.

Wenn nun die Wärmeleitfähigkeit der verschiedenen Gase wirklich die große Bedeutung für den Löschvorgang besitzt, die wir ihr im vorhergehenden beigelegt haben, so müßte ihre genaue Durchmusterung bezüglich der erreichbaren Abschaltleistung zu einer Reihenfolge führen, die der vorhin genannten entspricht. Um also unsere Theorie durch das Experiment zu überprüfen, führten wir einer

[46] Vgl. Fußnote 42.
[47] O. Mayr, Arch. Elektrotechn. Bd. 26. (1932), S. 352.
[48] Vgl. hierzu ETZ 1930, S. 301.
[49] Nach O. Mayr, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. (wird demnächst veröffentlicht).

Druckgasschalter-Düse der Reihe nach unter sonst gleichen Verhältnissen, d. h. gleichem Blasdruck, gleicher Schaltung der Versuchsanlage, gleicher Betriebspannung usw., die oben genannten Gase und Dämpfe als Löschmittel zu und bestimmten jedesmal die erreichbare Grenzabschaltleistung. Die Zahlentafel 1 bestätigt nun den Zusammen-

Zahlentafel 1.

Löschmittel	Luft	Stickstoff	Sauerstoff	Kohlensäure	Wasserdampf	Wasserstoff
Mittelwert der Wärmeleitfähigkeit zwischen 0 und 6000° abs. (Luft = 1)	1	0,8	1,8	2,5	5	17
Gemessene Abschaltleistung (Luft = 1)	1	1	1,8	2,6	3,8	7,5

hang zwischen Wärmeleitung und Abschaltleistung aufs allerdeutlichste. Soweit quantitative Differenzen bestehen, wie z. B. beim Wasserstoff, der die 17fache Wärmeleitfähigkeit, aber nur die 7,5fache Abschaltleistung von Luft hat, sind weitere Faktoren zu berücksichtigen, wie die elektrische Durchbruch-Feldstärke, die bei Wasserstoff 40 % geringer ist als bei den anderen Gasen, wo sie nur um ± 10 % variiert.

6. Schluß.

Noch bieten die geschilderten Zusammenhänge keine erschöpfende und endgültige Erklärung des Löschvorganges. Aber aus der Fülle theoretischer Untersuchungen und experimenteller Ergebnisse treten bereits die für die Arbeitsweise der Hochleistungschalter maßgebenden Gesichtspunkte klar hervor. Neben dem rechnerisch bereits gut erfaßbaren Einfluß der elektrischen Daten des äußeren Stromkreises ist die Bedeutung der inneren Eigenschaften des Unterbrechungs-Lichtbogens der Theorie zugänglich geworden. Vor allem ist festgestellt, daß das Schicksal des Unterbrechungsvorganges, das mit dem Gelingen der Entionisierung der Lichtbogenbahn verknüpft ist, sich bei Temperaturen entscheidet, die wesentlich über 1000 ° liegen. Anschauungen, welche sich auf die besonderen Eigenschaften des Mediums bei mäßigen Temperaturen stützen, beispielsweise Kondensations- und Anlagerungseffekten die Hauptwirkung zuschreiben, werden dem Wesen des Unterbrechungsvorganges nicht gerecht. Die äußere Einwirkung, die der Lichtbogen bei einem günstig geleiteten Unterbrechungsvorgang zu erfahren hat, besteht vielmehr in einer wirksamen Beeinflussung seiner Wärmebilanz und damit seiner Leitfähigkeit durch Kühlung seiner Bahn, in einer Durchsetzung mit durchschlagfesten Schichten eines in richtig geführter Strömung an ihn heranzubringenden Mediums und in mechanischer Reinigung der Unterbrechungstelle von den Rückständen mittels eben dieser Strömung. Bei gleich gut durchgebildeter Strömung ist die für hohe Temperaturen zu bestimmende Wärmeleitfähigkeit des Löschmittels maßgebend. Die experimentelle Bestätigung dieser Vorstellungen liegt heute bereits vor. Die damit gewonnenen Erkenntnisse tragen nicht nur zum Verständnis der Entwicklung des Hochleistungschalters und zur Begründung der bisherigen Erfolge bei, sondern versprechen auch die weitere Entwicklung in richtige Bahnen zu lenken.

Die Berechnung der Umlaufszeit der letzten Zahlenrolle und der Durchlaufszeit des Zählwerkes eines Elektrizitätszählers.

Von **Carl Liehr**, Berlin.

Übersicht. An Hand von abgeleiteten Formeln und durchgeführten Zahlenbeispielen wird die Berechnung der Umlaufszeit der letzten Zahlenrolle und der Durchlaufszeit des Zählwerkes eines Elektrizitätszählers aus der Nennleistung des Zählers, der Anzahl der Zahlenrollen und der Kommastellung des Zählwerkes gezeigt, ohne Berücksichtigung der Zählwerksübersetzung.

Die Regeln für Elektrizitätszähler verschiedener Länder enthalten Vorschriften über die Durchlaufszeit des Zählwerkes, d. h. die Zeit, die erforderlich ist, um bei Vollbelastung des Zählers das Zählwerk auf seinen höchsten Stand zu bringen, und über die Umlaufszeit, in der sich die letzte Zahlenrolle des Zählwerkes einmal herumdrehen soll. Die deutschen Regeln für Elektrizitätszähler schreiben vor, daß die Durchlaufszeit des Zählwerkes mindestens 750 h betragen soll und die letzte Zahlenrolle in 60 min mindestens eine Umdrehung macht. Österreich bzw. dessen Nachfolgestaaten schreiben schnellaufende Zählwerke vor, die letzte Zahlenrolle soll in 12 min mindestens eine volle Umdrehung machen. Es werden nun einige Formeln abgeleitet, mit deren Hilfe man leicht diese beiden Größen aus der Rollenzahl und der Kommastellung des Zählwerkes bestimmen kann, ohne daß die Zählwerksübersetzung bekannt sein muß.

Bei einem Zähler mit rotierendem oder oszillierendem Anker besteht bekanntlich zwischen der Nennlast in kW, der Konstante (Ankerumdrehungen auf 1 kWh) und der Drehzahl des Ankers in 1 min bei Vollast folgende Beziehung:

$$P_N K = n \cdot 60. \qquad (1)$$

In dieser Formel bedeutet P_N die Nennlast des Zählers in kW, K die Konstante (Umdrehung des Ankers auf 1 kWh) und n die Drehzahl des Ankers in 1 min bei Vollast. Die Konstante K ist gegeben durch die Zählwerksübersetzung $ü$ und die Anzahl der Zahlenrollen bzw. Ziffern a hinter dem Komma und läßt sich durch folgende Formel ausdrücken:

$$K = ü \cdot 10^{a-1}. \qquad (2)$$

Wenn man diesen Ausdruck in die Formel (1) einsetzt, kommt man zu folgendem:

$$P_N ü \cdot 10^{a-1} = n \cdot 60$$

oder umgeformt

$$\frac{n}{ü} = \frac{P_N \cdot 10^{a-1}}{60}. \qquad (3)$$

Wie zu ersehen ist, bedeutet aber $n/ü$ die Geschwindigkeit, mit der sich die letzte Zahlenrolle dreht, denn der Anker macht bei Vollast n Umdrehungen in 1 min und die Zählwerksübersetzung zwischen der Ankerachse und der letzten Zahlenrolle ist $ü$. Der reziproke Wert von $n/ü$, der mit U bezeichnet werden möge, ist daher die Zeit in Minuten, in der sich die letzte Zahlenrolle einmal herumgedreht hat,

$$U = \frac{ü}{n}$$

oder

$$U = \frac{60}{P_N \cdot 10^{a-1}} \text{ Minuten.} \qquad (4)$$

Da nun die Leistung des Zählers stets auf dem Leistungsschild angegeben ist bzw. aus den dort gemachten Angaben, aus Spannung und Strom errechnet werden kann und außerdem das Zählwerksfenster die Anzahl der Zahlenrollen hinter dem Komma erkennen läßt, so kann man mit Hilfe der Formel (4) die Umlaufszeit der letzten Zahlenrolle ermitteln, ohne erst die Zählwerksübersetzung ausrechnen zu müssen. Zu bemerken ist noch, daß in der Formel (4) die Größe a sowohl positiv als auch negativ sein kann; sie wird positiv eingesetzt, wenn damit die Anzahl der Zahlenrollen bzw. die Dezimalstellen ausgedrückt werden; a wird negativ, wenn damit der Multiplikationsfaktor bzw. dessen Stellenzahl eines Zählwerkes dargestellt wird, der eine Potenz von 10 ist. Z. B. für ein Zählwerk 000,00 ist $a = 2$, für ein solches ohne Dezimalstelle ist $a = 0$ und für ein Zählwerk 00000 · 100 ist $a = -2$.

Durch Weiterentwicklung dieser Formel (4) gelangt man zu der Durchlaufszeit des Zählwerkes, die man mit D bezeichnen möge. Die Formel für U durch 60 dividiert gibt zunächst die Umlaufszeit der letzten Zahlenrolle in Stunden an. Beachtet man nun, daß die Übersetzung zwischen zwei Zahlenrollen 1 : 10 ist und bezeichnet man die Gesamtrollenzahl des Zählwerkes mit b, so braucht die erste Zahlenrolle zu einer vollständigen Umdrehung die 10^{b-1}-fache Zeit der letzten Zahlenrolle. Man erhält also für die Durchlaufszeit des Zählwerkes folgende Formel:

$$D = \frac{10^{b-1}}{P_N \cdot 10^{a-1}}$$

oder

$$D = \frac{10^{b-a}}{P_N} \text{ Stunden.} \qquad (5)$$

Diese Formel kann man noch weiter vereinfachen, denn der Exponent $b - a$ stellt die Anzahl der Zahlenrollen vor dem Komma dar; bezeichnet man diese mit c, so lautet die Formel für die Durchlaufszeit

$$D = \frac{10^{c}}{P_N} \text{ Stunden.} \qquad (6)$$

Hat man es nun mit Zählwerken zu tun, die mit einem Multiplikationsfaktor, der eine Potenz von 10 darstellt, versehen sind, z. B. 00000 · 100, so muß man diesen Faktor in der Formel berücksichtigen. Für dieses Zählwerk ist $c = 7$. Mit der Formel (6) kann man sehr einfach für jeden beliebigen Elektrizitätszähler ohne Berücksichtigung der Konstante aus der Stellenzahl des Zählwerkes vor dem Komma und der Nennleistung des Zählers die Durchlaufszeit des Zählwerkes bestimmen.

Beispiele: 1. Bei einem Elektrizitätszähler für 220 V, 5 A, dessen Zählwerk 5 Zahlenrollen und 2 Dezimalstellen hat, sollen die Umlaufszeit der letzten Zahlenrolle und die Durchlaufszeit des Zählwerkes bestimmt werden.

Die Nennlast des Zählers ist

$$P_N = \frac{220 \cdot 5}{1000} = 1{,}1 \text{ kW},$$

die Umlaufszeit der letzten Zahlenrolle

$$U = \frac{60}{1{,}1 \cdot 10^{2-1}} = 5{,}45 \text{ min},$$

die Durchlaufszeit des Zählwerkes

$$D = \frac{10^3}{1{,}1} = 909 \text{ h}.$$

2. Es sollen die gleichen Werte für einen Drehstromzähler für 3 · 6000 V, 3 · 10 A, dessen Zählwerk 5 Zahlenrollen und einen Multiplikationsfaktor 10 hat, bestimmt werden.

Die Nennlast des Zählers ist

$$P_N = \frac{6000 \cdot 10 \cdot \sqrt{3}}{1000} = 104 \text{ kW},$$

die Umlaufszeit der letzten Zahlenrolle

$$U = \frac{60}{104 \cdot 10^{-1-1}} = 57{,}7 \text{ min},$$

die Durchlaufszeit des Zählwerkes

$$D = \frac{10^{5+1}}{104} = 9615 \text{ h}.$$

Fachveranstaltung „Grubensicherheit" in Köln.

Ende Juni vorigen Jahres hatten sich Behörden, Industrie, Verbände und Gewerkschaften in Köln zur Veranstaltung einer Schau vereinigt, die dem Fachmann wie dem Laien die Auswirkung der Sicherheitsmaßnahmen im Grubenbetrieb sowie ihren gegenwärtigen Stand zeigen und dadurch auch Anregung zu weiteren Verbesserungen geben sollte. Zunächst zeigten in einer „Lehrschau" Behörden und Verbände, Forschungs- und Versuchstätten ein Bild ihrer Arbeit für die Grubensicherheit. Aus dem Gebiet der Elektrotechnik ist hier vor allem die Sammlung mustergültiger Geräte zu erwähnen, welche der Verein zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen, Essen, zeigte. Die Geräte müssen trotz schärfster mechanischer Beanspruchung Schutz gegen Berührung, gegen Schlagwetter und gegen übermäßige Erwärmungen bieten. Die Gegenbeispiele stellte der Dampfkesselüberwachungsverein Köln in einer sehr lehrreichen Sammlung von Geräten, die in den Betriebstätten bei der Überwachung „beschlagnahmt" wurden. Handlampen, Schmelzsicherungen, Schalter u. dgl. werden in bedauerlicher Fahrlässigkeit immer noch aus ungeeigneten oder beschädigten Teilen zusammengeflickt und bringen dann Gefahr für Mensch und Werk. Zwei Stollen in Naturgröße gaben dem Laien eine Vorstellung von dem Grubenbau und boten den Rahmen zur Vorführung von Maschinen und Geräten für sicheren Grubenbetrieb. Erwähnt sei ein Grubenschaltgerät für eine Spannung von 3 kV von Felten & Guilleaume und anderseits eine Preßluft-Lichtanlage für eine Leistung von 0,5 kW. An Modellen von Stollen wurden die Vorteile neuzeitlicher blendungsfreier Beleuchtung vor Augen geführt, in Naturgröße Signalanlagen zur Sicherung des Grubenfahrdienstes sowie die Verlegung und Sicherung von Schießleitungen gezeigt. Herstellungsstufen eines Hochfrequenzzünders ließen erkennen, wie man Zünder gegen die Einwirkung von schleichenden Strömen des Betriebes schützen kann.

Die Abteilung „Industrie" zeigte, wie die Rücksicht auf die Sicherheit den Grubenausbau, die Förderung und Fahrung sowie die Gewinnungsarbeiten unter und über Tage beeinflußt, ferner waren hier die Mittel zu sehen, durch die man Unglücke zu verhüten, anderseits ihre Folgen zu mildern sucht. Von elektrotechnischen Erzeugnissen seien herausgegriffen: Eine reichhaltige Ausstellung elektrischer Zünder und Zündmaschinen bot Schaffler & Co., Wien, während Franz Baumgartner, Köln, seine hochempfindlichen Relais in Tätigkeit vorführte. Kondensatoren als Blindstromsparer und Dehnungs-Kabelmuffen zeigte Meirowsky & Co., Porz; unter den Erzeugnissen der Land- und Seekabelwerke ist das mit starker Gummihülle versehene Tenaxkabel bemerkenswert, das sich für den Anschluß von Baggern u. dgl. bewährt hat. Schutz und Raumersparnis sind kennzeichnend für die vergossenen, gekapselten Schaltanlagen, die Felten & Guilleaume ausstellte. Erwähnt sei davon ein Grubenschalter für Drehstrom von 500 V und 100 A, der allein oder zu mehreren in Reihe auf einem Schlitten sitzt. Der Deckel trägt die Sammelschienen, die beiderseits durch Stecker untereinander oder mit besonders geformten Kabelendverschlüssen verbunden werden. Letztere lassen sich auch als Kupplungen für Kabelstücke verwenden. Schlagwettersicher ist der bekannte Doka-Motor der Kölner Firma Joh. Bruncken durch eine Änderung der Läuferbauart geworden. Statt des Widerstandsringes zwischen den Läufern ist für diesen Zweck in jedem Läufer ein zweiter Käfig, u. zw. von großem Widerstand derart untergebracht, daß die Anlaufwärme von dem Eisenkörper leicht aufgenommen wird. Der neue Ekamotor ist ein normaler Kurzschlußmotor, dessen Ständerwicklung durch ein Schaltgerät mit eingebautem Anlaßtransformator in fünf Stufen von Stern auf Dreieck gebracht wird.

Die Zahl von nahezu 20 000 Besuchern der Schau läßt erwarten, daß die Bemühungen der Veranstalter nicht vergeblich waren. Hoerner.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter.

Nr. 314.

Auf Grund des § 9 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, ist der Hannover-Braunschweigischen Stromversorgungs-Aktiengesellschaft in Hannover die Genehmigung erteilt worden, in ihrer Prüfstelle in Rethen als Elektrisches Prüfamt 19 amtliche Prüfungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar

mit Gleichstrom	bis 600 A	550 V	im Amt
	„ 1500 A	1500 V	am Betriebsort
mit Wechsel- und Drehstrom	bis 500 A	60 000 V	im Amt
	„ 500 A	750 V	am Betriebsort
	„ 120 A	15 000 V	am Betriebsort

(Verfügung des Reichsministers des Innern vom 4. IV. 1932, Reichsministerialblatt Nr. 15, 1932.)

Berlin-Charlottenburg, den 22. IV. 1932.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Betriebserfahrungen mit tanzenden Leitungen. — O. Naumann berichtet in der Elektrizitätswirtschaft über Beobachtungen von Leiterschwingungen und Versuchen, diese künstlich zu erzeugen. Eingangs seines Aufsatzes erläutert er kurz die Arten der Schwingungen, in die ein Seil als Folge verschiedener äußerer Umstände, wie Wind, Glatteis oder Rauhreifbildung geraten kann, und bespricht nachher die von verschiedenen Theoretikern und Beobachtern aufgestellten Theorien zur rechnerischen Erfassung der Schwingungsprobleme.

Die von Naumann erwähnten Namen lassen zwei Richtungen hinsichtlich dieser Theorien erkennen. Die eine, darunter Varney[1], Knowlton[2], Magnus, erblickt die Ursache zu den Leiterschwingungen in den aus geringfügigen Vibrationen entstehenden und sich in den Abspann- oder andern Unstetigkeitspunkten verstärkenden Bewegungen des Seiles, während Semenza und Sothmann[3] annehmen, daß die Schwingungen durch mechanische Pulsationen in der Längsrichtung verursacht werden, die ihrerseits aber wieder von der Veränderung der Zugspannungen abhängig sind. Insbesonders scheinen nach Sothmann auch elektrische Belastungstöße an diesen außergewöhnlichen Bewegungen des Seiles beteiligt zu sein. Naumann erwähnt in diesem Abschnitt noch einige Beobachtungen über Leiterschwingungen und bezieht sich auf Namen wie Darling[4], Hawley[5], Ferrier und Haussadis[6], Archbold[7].

Abweichend von den oben erwähnten Forschern vermutet Archer, daß das Tanzen der Leitungen auf die Theorie von Magnus zurückzuführen sei, solange die Seile auf der einen Seite glatt, auf der andern aber rauh seien. In dem Maß wie die Seile auf der ganzen Oberfläche glatt würden infolge ihrer Bewegung, verminderten sich die Schwingungen. Der Einfluß der Vereisungsquerschnitte wird an einigen Beobachtungsberichten erläutert, hingegen gehen die Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung nach Ansicht des Referenten nicht deutlich hervor, vielleicht auch deswegen, weil eigentliches Vergleichsmaterial fehlte.

Weiter erwähnt Naumann noch Versuche in einem Windtunnel der Universität Toronto, die darlegten, daß die von Archer beobachteten Schwingungen tatsächlich aus der teilweisen Vereisung der Seile befriedigend zu erklären waren. Je nach der Stellung des Seiles in bezug auf die Windrichtung konnte sogar eine Aufwärtsbewegung nachgewiesen werden.

Am Schlusse seines Aufsatzes erwähnt Naumann noch die Maßnahmen zur Abhilfe der Leiterschwingungen und der damit verbundenen Erscheinungen. Ihm scheint das gegebene, die Temperatur der Phasen auf einer derartigen Höhe zu halten, daß eine Bildung von Glatteis gar nicht eintreten kann, und es folgen einige Angaben über den Stromverbrauch. Bedenklich erscheint es ihm, schon vorhandenes Glatteis auf diese Weise abzuschmelzen und bei übereinanderliegenden Phasen durch das Abfallen des Rauhreifs Schwingungen zu veranlassen, die zur Berührung der Phasen untereinander führen können.

In bezug auf diesen letzten Gesichtspunkt scheint dem Referenten der Aufsatz von Naumann nicht ganz vollständig zu sein, indem er unterläßt, Beobachtungen über Schwingungen infolge abfallender einzelspannweitig verteilter Zusatzlasten mitzuteilen. Ob er dies in seinen Ausführungen zum Teil vielleicht schon voraussetzt, geht nicht mit genügender Deutlichkeit hervor.

Diese Art des Entstehens von Seilschwingungen ist nun aber äußerst häufig und deren Studium wichtig. Angestellte Versuche sowie die Rechnung zeigen nämlich, daß Schwingungsamplituden vom Betrag eines ganzen Durchhanges, bezogen auf die Ausgangslage bei leerem Seil, eintreten können. So sind dem Referenten z. B. Versuche bekannt, wo bei Leitungen mit Hängeketten durch Anhängen von Gewichten eine gleichmäßig verteilte Belastung superponiert und durch gleichzeitiges Loslassen Vertikalschwingungen erzeugt wurden, die die oben angegebenen Amplituden erreichten. Ähnlich wie im Berichte von Naumann erwähnt, bewegten sich die Seile bei 10 m Durchhang mit lotrechten Schwingungsweiten von rd. 8 m auf einer schwach elliptischen Bahn mit einer waagerechten Achse von etwa 2 ... 3 m. Die Schwingung hatte das Merkmal einer gedämpften aperiodischen Schwingung mit einer Schwingungsdauer von etwa 6 ... 6,5 s.

Bemerkenswert war die Tatsache, daß die waagerechte Schwingungsachse anwuchs, je größer der horizontale Leitungswinkel der beiden Maste rechts und links der Versuchspannweite wurde. Konstruktiv haben diese Versuche ergeben, daß die übereinanderliegende Anordnung der Phasen gewählt oder beibehalten werden kann, wenn die Leiter in horizontaler Richtung genügend — d. h. auf Grund entsprechender Untersuchungen und Versuche — versetzt werden. (O. Naumann, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30 S. 41.) *Lg.*

[1] J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 45, S. 953 (1926); Bd. 47, S. 353 (1928). Ref.: ETZ 1930, S. 1015.
[2] J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 45, S. 1022 (1926).
[3] Electr. Wld., N. Y., Bd. 93, S. 1341 (1929).
[4] Electr. Wld., N. Y., Bd. 93, S. 744 (1929).
[5] Electr. Wld., N. Y., Bd. 93, S. 599 (1929).
[6] ETZ 1928, S. 998.
[7] Electr. Wld., N. Y., Bd. 93, S. 199 (1929).

Elektromaschinenbau.

Gleichstromgeneratoren für dieselelektrische Eisenbahnfahrzeuge. — In der Februar-Nummer 1932 des Bulletin Oerlikon behandelt C. Bodmer die von der Maschinenfabrik Oerlikon durchgeführte Entwicklung der Generatoren für dieselelektrische Triebfahrzeuge. Er weist darauf hin, daß die elektrische Kraftübertragung eine

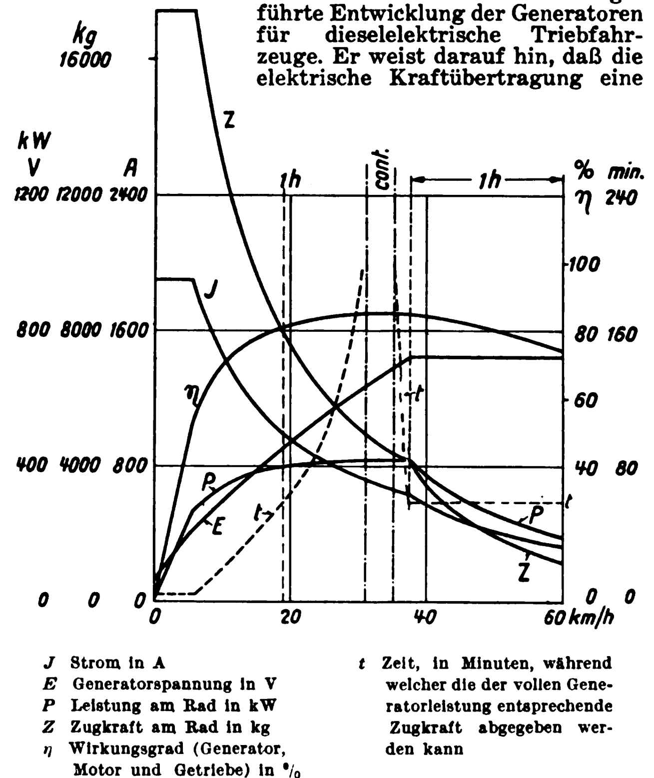


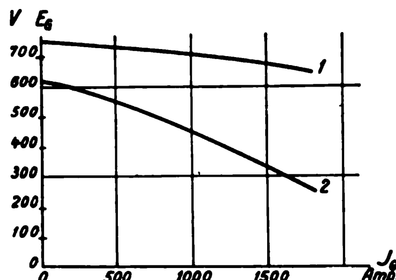
Abb. 1. Kennlinien einer elektrischen Übertragung bestehend aus einem Generator und 4 Triebmotoren. Leistungsaufnahme des Generators konstant 490 kW; Drehzahl 620 U/min. Leistung an der Triebmotorwelle 410 kW 1 Stunde bei 19 km/h, dauernd 430 kW bei 31 km/h.

überragende Bedeutung beim Bau von durch Dieselmotoren angetriebenen Eisenbahnfahrzeugen gewonnen hat. Die der elektrischen Kraftübertragung zufallenden Aufgaben werden an Hand von Kennlinien behandelt. Der mit dem Dieselmotor gekuppelte Generator hat die Aufgabe, die Dieselmotorleistung ohne Überlastung des Motors unter möglichst guter Ausnutzung an die Triebmotoren abzugeben. Die elektrische Kraftübertragung ermöglicht nun eine weitgehende Anpassung von Zugkraft und Geschwindigkeit an die konstante Dieselmotorleistung. Die Abb. 1 zeigt als Beispiel die wichtigsten Kennlinien der elektrischen Übertragung der Leistung eines 670 PS-Dieselmotors zwischen den Geschwindigkeitsgrenzen von 5,5 bis 37,5 km/h. Bei den Geschwindigkeiten von 37,5 ... 60 km/h fällt die Charakteristik entsprechend der Triebmotorcha-

rakteristik bei konstanter Spannung ab, da die Ausnutzung der vollen Dieselmotorleistung dafür nicht gefordert war.

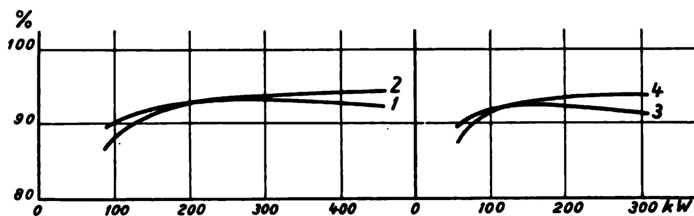
Die Mittel zur Spannungsregelung und die Bauweise der Generatoren werden erörtert. Die Generatoren sind mit Wendepolen versehen. Die mit fremd- oder selbsterregter Hauptwicklung versehenen Hauptpole tragen außerdem noch eine Anlaßwicklung, um den Generator als Reihenschlußmotor von einer Batterie aus anlassen zu können. Außerdem ist in der Regel eine Gegenkompoundwicklung vorgesehen. Die Bedingungen des Anlaufens werden an Hand einer Anwurfmotorcharakteristik erörtert. Eine mit dem Generator zusammengebaute Hilfsdynamo liefert den Strom für Hilfsmotoren, Beleuchtung, Heizung, Batterieladung usw. Diese Hilfsdynamo besitzt zur Spannungshaltung bei verschiedenen Drehzahlen Regelpole mit Einschnürung im Eisenquerschnitt.

Auf möglichst einfache Unterhaltungsmöglichkeit ist besonderer Wert gelegt worden. Z. B. sind die Bürsten



1 Spannung bei Höchsterregung
2 bei Erregung entsprechend Stundenleistung

Abb. 2. Belastungskennlinien des Generators.



1 bei Stundenspannung und voller Drehzahl
2 „ Dauerspannung „ „ „
3 bei Stundenspannung u. kleinster Drehzahl
4 „ Dauerspannung „ „ „

Abb. 3. Wirkungsgradkurven des Generators bei den der Stunden- bzw. Dauerleistung entsprechenden Spannungen.

und Bürstenhalter der Generatoren mit denen der Triebmotoren auswechselbar.

Abb. 2 zeigt die Belastungskennlinien des Generators mit der in Abb. 1 dargestellten Charakteristik, Abb. 3 die interessanten Wirkungsgradkurven bei den der Stunden- und der Dauerleistung entsprechenden Spannungen. Die Kennlinien sind durch Kupplung zweier Generatoren im Prüffeld gewonnen worden.

Das Gewicht der von der Maschinenfabrik Oerlikon entwickelten Generatoren je kW wird zu 6,7 ... 11 kg/kW angegeben, ist also für die Maschinen mit größeren Leistungen günstig. (C. Bodmer, Bull. Oerlikon 1932, S. 689.) —*sb*—

Beleuchtung.

Neuer tragbarer Beleuchtungsmesser. — Die Osram-Gesellschaft schuf einen neuen Beleuchtungsmesser, der eine Meßgenauigkeit bis zu ± 5 % erzielen läßt, wogegen diejenige der bisherigen Ausführung bei fünf Ablesungen und Bildung des Mittelwerts nur etwa ± 15 % betrug. Dabei gestaltet sich der Meßvorgang bei der neuen Ausführung wesentlich einfacher und sicherer als bei dem bisherigen Osram-Beleuchtungsmesser. Man erhält beim neuen Modell am Ablesefenster innerhalb 0,4 ... 400 Lx unmittelbar den Luxwert und kann durch Anwendung eines einzigen Faktors (10) den Meßbereich bis 4000 Lx erweitern.

Die Kugelhaube *L* einer kleinen Opalglas-Hohlkugel ragt aus der Deckplatte *5* des Bakelitgehäuses *1* auf bestimmte Höhe heraus (Abb. 4) und wird von außen her durch denjenigen Lichtstrom beleuchtet, der die zu messende Beleuchtungsstärke erzeugt. Die bei schräger Projektion durch die Wölbung der Lichtauffangfläche erzielte Flächenvergrößerung bewirkt, daß Meßfehler, die bei den bisherigen ebenen Auffangflächen bei schräg einfallendem Licht auftraten, ausgeglichen werden. Der einfallende Lichtstrom durchdringt nun die Kugelhaube *L*, wird nach dem Prinzip der Ulbrichtschen Kugel von der Opalkugel-Innenwand wiederholt diffus reflektiert und beleuchtet sie dadurch gleichmäßig an allen Stellen. Ein Teil des aus dieser Kugel in das Gehäuse austretenden Lichtstromes fällt nun auf die Glasscheibe *15*. Diese trägt rückseitig in gleichen Abständen parallel zueinander verlaufende Spiegelstreifen, die das von *L* herkommende Licht gegen die durch die Klappe *3* beschattete Einblicköffnung *O* gerichtet reflektieren. Eine zweite Opalglaskugel ist unterhalb der Glasscheibe *15* angeordnet und derart abgeblendet, daß nur die Kugelhaube *14* nach oben zur Wirkung gelangt, während ihr Unterteil durch die Blendenöffnung *12* hindurch von der innen mattweiß gestrichenen Lichtkammer *10* her mittels einer 4voltigen Vergleichslampe *11* beleuchtet wird. Diese zweite Kugel durchleuchtet die zwischen den Spiegelstreifen der Glasscheibe *15* befindlichen transparenten Teile. Daher sieht man durch die Einblicköffnung *O* auf der Glasscheibe *15* die Spiegelstreifen mit dazwischen liegenden dunklen Streifen, wenn die Leuchtdichte bei *L* größer als bei *14* ist, und mit helleren Streifen, wenn die Leuchtdichte bei *14* größer als bei *L* ist. Sobald aber die bei *L* und *14* herrschenden Leuchtdichten gleich groß sind, erscheinen die verspiegelten und transparenten Streifen gleich hell.

Aufgabe des bei *O* einblickenden Beobachters ist es nun, Meßfläche und Vergleichsfläche auf gleiche Leuchtdichte, d. h. auf das Verschwinden der Streifung zu bringen, und dies geschieht durch Veränderung der Blendenöffnung *12*. Hierzu dient der um den feststehenden Zylinder *16* mittels der aus dem Schlitz *17* der Gehäusewand herausragenden Meßringscheibe *Sch* drehbare Abdeckzylinder *13*. Letzterer trägt oben auf der Ringscheibe *2* die Lux-Skala, während seine Unterkante schräg aufsteigt, so daß die Blendenöffnung *12* bei Drehung des Abdeckzylinders *13* mehr oder weniger abgedeckt wird, wodurch aus der Lichtkammer *10* weniger bzw. mehr Licht auf die Vergleichskugel fällt. Daher ist der bei *Lx* erscheinende Zahlenwert das Maß für die auf *L* herrschende Beleuchtungstärke, sobald die Gleichmäßigkeit des Beobachtungsfeldes erzielt worden ist. Ein unterhalb der Scheibe *15* vorgesehenes schwaches Blaufilter korrigiert die Lichtfarbe der Vergleichslampe *11*. Die Erweiterung des Meßbereiches von 400 auf 4000 Lx erfolgt durch Vorschieben des Grauglases *18* mittels des Schiebers *M*, wobei der Faktor *10* auf der Deckplatte *5* erscheint, mit dem der bei *Lx* erscheinende Zahlenwert multipliziert werden muß.

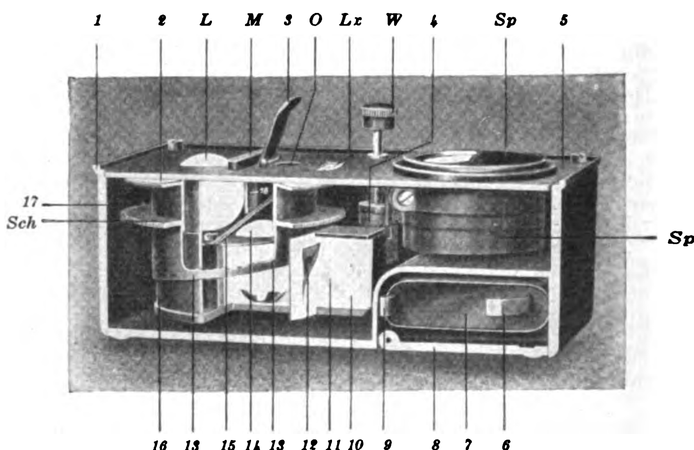


Abb. 4. Neuer Osram-Beleuchtungsmesser (Gehäuse *1*, Meßzylinder *13*, Lichtkammer *10* aufgeschnitten).

Durch Herausziehen und Drehen des die Regelwiderstandspule *4* tragenden Knopfes *W* wird die Vergleichslampe *11* in Betrieb gesetzt und am Präzisionsspannungsmesser *Sp* die Betriebspannung auf geringe Bruchteile von Volt genau vor jeder Messung eingestellt. Als Stromquelle dient eine oberhalb der Klappe *8* liegende Trockenbatterie *6*, *7*, *9* oder ein 4 V-Akkumulator. Mit ersterer wiegt das Gerät 1370 g. *Dtz.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Wirtschaftlichkeit des Leitungsbus-Betriebes. — Es muß auffallen, daß die Anwendung des Leitungsbusses bis jetzt in Deutschland als seinem Geburtslande nicht über einige spärliche Linien hinaus gediehen ist, während im Auslande zahlreiche Anlagen bestehen bzw. fortlaufend eingerichtet werden und sowohl technisch wie wirtschaftlich in nun schon zehnjährigen Betrieben recht befriedigende Ergebnisse erzielten. Auch die Ansichten über das dem Leitungsbus zukommende Verkehrsgebiet klären sich mehr und mehr. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß bei sehr starkem Verkehr Schienenbahnen, bei sehr schwachem Kraftomnibusse die wirtschaftlichsten Verkehrsarten darstellen, und daß dazwischen das Gebiet des wirtschaftlichen Leitungsbus-Betriebes liegt. Als Zubringer zu Straßenbahnen kommt ihm eine besondere Bedeutung zu, zumal die Möglichkeit nicht zu unterschätzen ist, den Leitungsbus-Betrieb bei wachsender Bevölkerungszahl und zunehmendem Verkehrsbedürfnis leicht und schnell in einen Straßenbahnbetrieb umwandeln zu können.

Jeder Einrichtung eines Leitungsbus-Betriebes muß eine genaue Untersuchung der Örtlichkeit, der Einflußzone, der Bevölkerungsdichte, der sozialen Schichtung der Bevölkerung, der voraussichtlichen Entwicklung, der vorhandenen und der noch zu entwickelnden Verkehrsbeziehungen, der städtebaulichen Gegebenheiten, der Möglichkeiten günstiger Stromversorgung und anderer wichtiger Grundlagen vorausgehen. Ergebnisse bestehender Leitungsbus-Betriebe können manchen Fingerzeig für die Ermittlung der Wirtschaftlichkeitsgrenzen eines geplanten Betriebes bieten.

Im allgemeinen ist der Leitungsbus nicht berufen, die Straßenbahn zu ersetzen. Dieser Ausnahmefall kann z. B. dann eintreten, wenn die Erneuerung herabgewirtschafteter Anlagen derartig hohe Kosten erfordert, daß das z. Z. vorhandene und in absehbarer Zukunft zu erwartende Verkehrsbedürfnis nicht hinreichen dürfte, diese Kosten angemessen zu verzinsen und zu tilgen. Nach J. C. Thirlwall[1] soll ein Verkehr von 15 000 Fahrgästen in der Stunde und mehr durch Stadtschnellbahnen bedient werden, ist für 1500 ... 15 000 Personen die Straßenbahn am wirtschaftlichsten und kommt für 600 ... 1500 Personen u. U. noch die Straßenbahn in Betracht, meistens aber der Leitungsbus, für 150 ... 600 Personen am besten der Leitungsbus, danach der Kraftomnibus und nur ausnahmsweise die Straßenbahn.

Vergleichsrechnungen werden in erster Linie auf der Grundlage verschiedener Wagenfolgen angestellt. Danach sind Fassungskraft und Ausnutzung der Verkehrsmittel von Einfluß auf das Ergebnis. Übereinstimmend haben mehrere Fachleute den wirtschaftlichen Wirkungsbereich des Leitungsbusbetriebes begrenzt durch eine dichteste Wagenfolge von 1 Minute im Spitzenverkehr und eine weiteste Wagenfolge von 20 Minuten in den Stunden schwächsten Verkehrs. Das bedeutet bei dem z. Z. in Nordamerika am häufigsten benutzten Leitungsbus mit 40 Plätzen eine Höchstleistung von 4500 Fahrgästen in der Stunde und eine Mindestleistung von etwa 100 Fahrgästen bei fahrplanmäßigem Betrieb. Leitungsbusse für 30 Personen ergeben bei gleicher Wagenfolge wie mit 40 Personen-Bussen Ersparnisse an Betriebsausgaben. Leitungsbusse für 50 Personen ermöglichen vor allem größere Spitzenleistungen.

Der Chefingenieur der J. G. Brill-Gesellschaft, Ch. Guernsey, hat Vergleiche von Leitungsbus- und Kraftomnibus-Betrieb angestellt[1]. Die wesentlichen Ergebnisse sind in 2 Zahlentafeln und 3 Kurvenblättern dargestellt.

Zahlentafel 1. Reine Betriebskosten (Pf/km für Omnibusbetrieb).

	Leitungsbus 40 Pers.	Kraftomnibus 40 Pers.	Leitungsbus 30 Pers.	Kraftomnibus 30 Pers.
Führerlöhne	15,0	17,2	15,0	17,2
Energiekosten	6,3	12,4	4,7	9,5
Streckenunterhaltung	1,8	...	1,8	...
Unterh. d. Ausrüstung	14,7	17,8	12,6	16,2
Garage	3,2	4,2	2,9	3,9
and. Betr.-Ausgaben	3,2	3,2	3,2	3,2
Allg., Steuern	10,2	11,0	9,7	10,5
	54,4	65,8	48,9	60,5

Aus Zahlentafel 1 ist zu entnehmen, daß die reinen Betriebskosten mit Leitungsbussen zu 40 Personen um 5,44 Pf/km niedriger sind als die eines gleichen Kraftomnibusses und bei 30 Personen-Einheiten sogar um 5,56 Pf/km.

In der Zahlentafel 2 werden die Betriebskosten für eine einfache Strecke von 16 km Länge in ihren Einzelheiten aufgeführt. Es sind dabei folgende Annahmen gemacht: eine Zahlenreihe wird aufgestellt für leichten Verkehr und eine für schweren Verkehr, es werden Leitungsbusse und Kraftomnibusse benutzt, die einmal für je 30 Personen, das andere Mal für je 40 Personen dienen, der Betrieb soll sich jeweilig über 4 Spitzenstunden und 14 Grundstunden an 300 Tagen und 18 Grundstunden an 65 Tagen erstrecken, in den Spitzenstunden soll alle 200 m ein Halt der Wagen, in den Grundstunden alle 265 m ein Halt erfolgen.

Zahlentafel 2. Betriebskosten für 16 km Strecke für Leitungs- und Kraft-Omnibus-Betrieb.

	leichter Verkehr 600 Fahrgäste/Std.-Spitzenleistung				schwerer Verkehr 2400 Fahrgäste/Std.-Spitzenleistung			
	Leitungsomnibus 40 Personen	Kraftomnibus 40 Personen	Leitungsomnibus 30 Personen	Kraftomnibus 30 Personen	Leitungsomnibus 40 Personen	Kraftomnibus 40 Personen	Leitungsomnibus 30 Personen	Kraftomnibus 30 Personen
Maximal-Fassungsvermög. Wagen	80	80	60	60	80	80	60	60 Personen
Wagenfolge, Spitzen	7,50	7,80	5,70	5,67	2,02	2,01	1,50	1,48 min
Fahrzeit in Spitze	52,5	62,5	57,0	62,5	52,5	62,5	57,0	62,3 min
Wagenbedarf in Spitze	7	8	10	11	26	31	38	42
Folge bei Grundverkehr	12,0	13,5	12,0	13,5	4,8	4,9	4,8	4,9 min
Fahrzeit bei Grundverkehr	48	54	48	54	48	54	48	54 min
Wagenbedarf Grundverk.	4	4	4	4	10	11	16	11
W-km/Jahr, Spitzenverkehr	160	155	212	212	600	600	810	812 } in 1000
Grundverkehr	402	344	380	344	1120	1090	1120	1090 } in 1000
insgesamt	562	499	592	556	1730	1700	1930	1900 } in 1000
Betriebsausgaben/km	79,1	96,1	71,2	88,5	79,6	96,1	71,2	88,5 Pf
„ /Jahr	310	326	287	356	915	1105	931	1142 RM } in 1000
Anl.-Kosten d. Strecke	294	—	294	—	294	—	294	— RM } in 1000
Anl.-Kosten d. Unterwerke	51,5	—	51	—	191,5	—	200	— RM } in 1000
Fahrz. (10 % Res.)	420	416	416	428	1470	1570	1595	1600 RM } in 1000
Ges. Anl.-Kosten	763,5	416	761,5	428	1955	1570	2089	1600 RM } in 1000
Abschreibung Strecke u. Unterwerke (20 Jahre)	17,3	—	17,3	—	24,2	—	246,5	— RM } in 1000
Abschreib. Leitb. (10 Jahre)	42	—	41,6	—	14,7	—	159,5	— RM } in 1000
Abschr. Kr.-Omn. (7 Jahre)	—	59,3	—	61	—	225	—	230 RM } in 1000
gesamte Abschreibungen	59,3	59,35	58,9	61	171,2	225	184,15	230 RM } in 1000
6 % Zinsen vom halben Kapital	23	12,45	22,9	12,85	58,5	47,4	62,9	48,4 RM } in 1000
feste Kosten	82,3	71,8	81,8	73,85	229,7	272,4	247,05	278,4 RM } in 1000
Gesamtkosten/Jahr	387	398	352	410	1141	1380	1180	1420 RM } in 1000
Gesamtkosten/km	100	117	92	108	97	120	90	110 Pf
Gesamtkosten/Platzkm	2,53	2,94	3,06	3,64	2,45	3,00	3,02	3,66 Pf

Die Werte in Zahlentafel 2, die für leichten Verkehr mit höchstens 600 beförderten Fahrgästen in der Stunde errechnet sind, setzen voraus, daß die Spitzenleistungen nicht wesentlich größer werden als die Grundleistungen. Bei den Werten für schweren Verkehr ist angenommen, daß die Spitzenlast erheblich über der Grundlast liegt. Es ergibt sich aus Zahlentafel 2, daß die Aufwendungen bei leichtem Verkehr mit Leitungsbussen auf der Einheitsstrecke für einen Platzkilometer wesentlich geringer sind als für Kraftomnibusbetrieb. Auch bei schwerem Verkehr ist der Leitungsbus wirtschaftlich überlegen.

Einen wirtschaftlichen Vorteil kann man dadurch erzielen, daß man bei dichter Wagenfolge in den Grundver-

[1] Gen. electr Rev. Bd. 34, S. 192 (1931).

[1] Electr. Rly. J Bd. 75, S. 469 (1931).

kehrstunden genügend Einheiten für je 30 Personen in Betrieb nimmt und sie in Spitzenstunden durch größere Einheiten unterstützt.

In Abb. 5 sind die Aufwendungen für den Sitzkilometer bei Wagenfolgen von 3 ... 24 Minuten aufgetragen. Hier treten die wirtschaftlichen Vorteile der Leitungsbusse noch stärker hervor. Der Kraftomnibus-Betrieb mit Wagen für je 30 Personen wird billiger als ein entsprechender Leitungsbus-Betrieb, wenn die Wagenfolge weiter wird als 35 Minuten.

Bei Kraftomnibus-Betrieb steigen die wirtschaftlichen Aussichten mit fallender Zahl der Halte. Bei einer dichteren Wagenfolge als 20 Minuten bleibt der Kraftomnibus beschränkt auf besonders breite Stadtstraßen, auf Vorortstrecken und zwischenörtlichen Verkehr. In Illinois wurde durch Gesetz der Leitungsbus als ein Straßenwagen klassifiziert, der von der für Kraftomnibusse festgesetzten Zulassungsgebühr befreit ist. Berücksichtigt man noch, daß in allen Ländern, die Brennstoffsteuern erheben, durch Verwendung von Leitungsbussen noch weitere erhebliche Ersparnisse entstehen, dann wird häufig der Ersatz von Kraftomnibussen durch Leitungsbusse noch mehr gerechtfertigt.

Abb. 5. Aufwendungen für den Sitzkilometer bei verschiedener Wagenfolge.

Vergleicht man diese neueren Wirtschaftlichkeitsberechnungen von amerikanischen Fachleuten mit den Ergebnissen europäischer Betriebe und für Deutschland mit den Berechnungen der AEG und mit den Ergebnissen des ersten Betriebsjahres der Leitungsbus-Strecke Mettmann-Gruiten[1], dann kommt man in vielen Punkten zu einer guten Übereinstimmung der Werte unter Berücksichtigung der in Amerika und Deutschland verschieden gelagerten Wirtschaftsverhältnisse. Soweit auffällige Unterschiede auftreten, liegt das an andersartigen Streckenverhältnissen, Wagengrößen, elektrischen Ausrüstungen u. a. Die Untersuchungen und Vergleiche werden sehr erschwert durch das Fehlen einheitlicher Bezeichnungen der Rechnungsgrößen, einheitlicher Begriffe, einheitlicher Buchungsschemata und Darstellung der einzelnen Posten in Hundertteilen. In dieser Beziehung kann man sich an die Berechnungsweise der AEG-Mitteilungen für Bahnbetriebe, 1929, Heft 5 „Der elektrische Oberleitungsomnibus" halten. (Ch. G u e r n s e y, Electr. Rly. J. Bd. 75, S. 469. J. C. T h i r l w a l l, Gen. electr. Rev. Bd. 34, S. 192.) *Tr.*

Nachrichtenübermittlung bei der Londoner Untergrundbahn. — In allen Fahrkartenschaltern der Londoner Untergrundbahnen werden zur Zeit Lautsprecher eingebaut, die mit einer Hauptstelle in Verbindung stehen. Mit Hilfe dieses Fernsprechnetzes sollen alle Fahrkartenverkäufer gleichzeitig von Betriebstörungen oder Unfällen unterrichtet werden, so daß sie auf Grund der Anweisungen, die sie dabei erhalten, Auskünfte erteilen können, z. B. wie man trotz der Störung sein Ziel erreichen kann. (Ztg. Ver. dtsch. Eisenb.-Verw. Bd. 72, S. 257.)

Hebezeuge und Massenförderungen.

Personen- und Lastenförderung beim Kraftwerkbau im Hochgebirge. — Eine eigenartige Personen- und Lastförderungsanlage wird im Nachstehenden kurz beschrieben, welche die französische Südbahn gemeinsam mit der Adolf Bleichert & Co. G. m. b. H., Leipzig, entworfen hat, u. zw. zunächst um die Beförderung der Baustoffe und der bis zu 12 t schweren Maschinenteile und Rohre für zwei in den Hochpyrenäen zu errichtende zusammenhängende Großwasserkraftwerke südlich Lourdes (Tramezaygues und Lassoula). Diese (I u. II) liegen auf 1240 und 1691 m, die zugehörigen Wasserschlösser 254 bzw. 443 und 354 m höher. Bis zum Kraftwerk I sind normale Zufuhrgelegenheiten vorhanden. Hier werden die Lasten von einem Turmkran aufgenommen; sein unterer Turm steht neben dem Kraftwerk I, sein oberer neben dem Wasserschloß I; die Förderlänge beträgt 768 m. Von dem oberen Kranturm werden die Lasten auf einer in einem Stollen verlegten 1810 m langen Kleinbahn nach dem Kraftwerk II befördert und dort von dem zweiten Kabelkran aufgenommen und zum Wasserschloß II gebracht. Dieser zweite Kabelkran hat eine Förderlänge von 761 m. Da das Kraftwerk II während des ganzen Winters durch Vereisung und wegen Lawinengefahr völlig, auch für Fußgänger, unzulänglich ist, mußte der erste Kabelkran für die Beförderung von Lebensmitteln, kleinen Ersatzstücken und auch Personen, durchgebildet werden. Um die in ihrer Wildheit äußerst reizvolle Gegend zu erschließen, ging man noch einen Schritt weiter, richtete den ersten Kran für öffentlichen Personenverkehr ein und baute vom Wasserschloß I nach dem Kraftwerk II eine Personenbahn nach der Bauart Bleichert-Zuegg von 1,8 km Länge. Auf dem zweiten Kabelkran ist der öffentliche Personenverkehr amtlich nicht zugelassen, der dienstliche Personenverkehr jedoch gestattet.

Der obere Turm erhielt eine von den üblichen Ausführungen stark abweichende Form. Er ruht auf einem einzigen Betonblock von 170 m^3. Die beiden Drehlager haben Zapfen von 300 mm Dmr. Der Gesamtzug der acht Seiltrums beträgt rd. 166 t. Der Bahnsteig für den Personenverkehr liegt auf einem Ausleger, dessen unteres Ende an der Turmachse angreift; er ist mittels Zugstangen aufgehängt. Das Gesamtgewicht der Eisenkonstruktion dieses Turmes beträgt 62 t. Im unteren Turm sind die Tragseile durch vergossene Endkupplungen verankert, er enthält ferner die vier Spannvorrichtungen der Fahrseile und Hubseile. Der dem Personenverkehr dienende Bahnsteig ist durch breite Treppen zu erreichen.

Bezüglich der vielen interessanten Einzelheiten: Seilführung, Fahrwinde, Hubwinde, Laufkatze, Kabine und der äußerst weitgehenden Sicherheitsvorrichtung, muß auf die, durch fünf Lage- und Konstruktionsskizzen erläuterte Abhandlung verwiesen werden. Erwähnt sei nur noch, daß die Fahrgeschwindigkeit für den Lastenbetrieb 0,5, für den Personenbetrieb 1,5 m/s beträgt sowie daß Fahrwinde und Hubwinde getrennten elektrischen Antrieb haben. Die Lieferung der beiden Kabelkrane und der Personenseilbahn wurde der eingangs genannten deutschen Firma übertragen. (L. S t e l l i n g, Z. VDI Bd. 76, S. 463.) *Th.*

Bergbau und Hütte.

Elektrischer Walzenheizer für Feinblech-Walzwerke. — Die elektrische Vorwärmung von Walzen kann man nicht nur auf induktivem Wege[1], sondern auch durch Übertragung der in elektrischen Heizelementen erzeugten Wärme erreichen. Bei dem Walzenheizer F r e y n (Abb. 6), Bauart SSW, sind z. B. 2 Paar halbzylindrische, in ein Rahmenwerk eingebaute Schellen so ausgebildet, daß sie um 2 Walzen auf dem Walzengerüst angeordnet werden können. Parallel zu den zu erwärmenden Walzen befinden sich auf der Innenseite des Walzenheizers streifenförmige Heizelemente, u. zw. sind dies Flachrohrelemente. Nach außen sind diese Heizelemente durch eine Asbestschicht und einen Blechmantel geschützt. Diese Einrichtung läßt sich an Drehstromnetze bis 380 V und an Gleich- und Wechselstromnetze bis 220 V anschließen. Die Inbetriebnahme dieser Vorrichtung erfolgt lediglich durch Aufsetzen auf die Walzen und durch Einführung des Steckers in die nächste Steckdose, u. zw. wird man zweckmäßigerweise den Walzenheizer nach Beendigung der letzten Schicht am Wochenende aufsetzen, das Anschalten jedoch erst 8 h vor Beginn der ersten Wochenschicht vornehmen. Diese Arbeit des Anschaltens kann durch einen Wächter erfolgen oder aber auch selbsttätig durch eine Schaltuhr. Nach 8 h haben die Walzen die gewünschte Temperatur erreicht, so daß die Arbeiter, wenn sie zur Arbeit kommen, unverzüglich mit der Arbeit beginnen können.

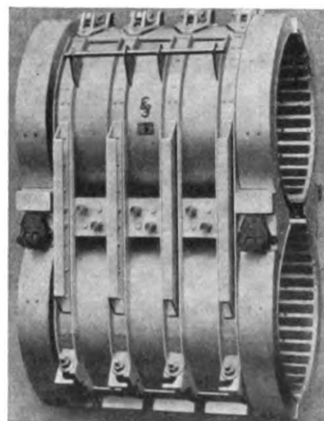


Abb. 6. Walzenheizer

[1] Vgl. z. B. ETZ 1930, S. 1595.

[1] Vgl. ETZ 1929, S. 825; 1930, S. 1111.

Der Vorteil des elektrischen Heizens liegt auf technischem und wirtschaftlichem Gebiete, technisch werden schon die ersten Bleche einwandfrei und der Anfall von Ausschuß oder Blechen geringeren Wertes vermieden, wirtschaftlich wird schon am 1. Wochentag die volle Tageserzeugung erreicht, weiter spart man an Löhnen und Betriebsmitteln für das Anheizen, dann besitzen die Walzen selbst infolge der schonenden Anwärmung eine längere Lebensdauer. *Kp.*

Fernmeldetechnik.

Was die Fernmeldeindustrie von den Technischen Hochschulen erwartet. — Der Vize-Präsident und Chef-Ingenieur der American Telephone and Telegraph Co., Bancroft Gherardi, hat anläßlich der Einweihungsfeierlichkeiten des James Ward Packard-Laboratoriums für Elektro- und Maschinentechnik über das obige Thema einen Vortrag gehalten, in dem er die Anforderungen kennzeichnet, die die Bell-Gesellschaft an ihren aus technical schools und colleges stammenden akademischen Nachwuchs stellen muß und aus denen er Forderungen bezüglich der Ausbildung an die Lehranstalten herleitet. Die Fernmeldeindustrie braucht Leute, die fähig sind, alle ihnen entgegentretenden Probleme als solche zu erkennen, sie dann zu studieren, geeignete Maßnahmen zur Lösung zu treffen und diese Maßnahmen durchzuführen. Zum Erkennen eines Problems sind gewisse Charaktereigenschaften — außer gründlicher Kenntnis der Materie — nötig, wie Phantasie, Intelligenz, Urteilsvermögen, intellektuelle Rechtschaffenheit und Idealismus; das Studium und die Lösung des Problems setzen außerdem vor allem Mut zum Handeln sowie Überredungskunst und Geschick zum Überwinden von Schwierigkeiten voraus. Für unerläßlich hält der Vortragende ferner eine feste Gesundheit, wohlwollendes Verständnis für die Mitwelt sowie die Fähigkeit, mehrere Pläne nebeneinander ausführen zu können. Ausgesprochenes Taktgefühl wird nicht besonders hervorgehoben, einmal weil diese Eigenschaft zum Teil in einigen oben geforderten mit enthalten ist, dann aber auch deshalb, weil nach Ansicht des Vortragenden eine zu starke Betonung des Taktgefühls als Eigenschaft neu einzustellender Kräfte leicht zur Einstellung farb- und kraftloser Menschen führen könnte.

In bezug auf die fachliche Ausbildung des akademischen Fernmeldetechnikers hält es Gherardi nicht für nötig, daß sich diese Ausbildung wesentlich von derjenigen anderer Elektro- oder der Maschineningenieure unterscheidet; allerdings sollte der Student weiter in das Studium der Elektrizität als in das anderer physikalischer Gebiete eindringen und vor allem eine umfassende Kenntnis der Gleichstrom- und Wechselstromlehre besitzen. Laboratoriumsübungen sind wertvoll, sollten aber in erster Linie mit dem Ziel betrieben werden, grundlegende Gesetze zu erläutern und Geschicklichkeit in der Bedienung elektrischer Instrumente zu vermitteln; hierbei sind auch gewisse grundsätzliche Probleme der Telephonie und Telegraphie zu berücksichtigen. Von größter Wichtigkeit ist es ferner, den Studenten dazu zu erziehen, ein gewünschtes Ergebnis auf dem wirtschaftlichsten von mehreren Wegen herbeizuführen. Großer Wert ist auch auf Genauigkeit bei Berechnungen zu legen, weil Rechenfehler oft sehr schwer zu entdecken sind. Schließlich fordert Gherardi mit Nachdruck, daß jeder Student lernt, einen Bericht klar und überzeugend vorzutragen oder niederzuschreiben; auch die Kenntnis mindestens einer Fremdsprache ist wünschenswert. (B. Gherardi, Bell Teleph. Quart. Bd. 10, S. 3.) *But.*

Prüfgeräte für den Rundfunkdienst. — Wenn ein Empfänger oder Verstärker versagt oder nach längerer Benutzungsdauer unbefriedigend arbeitet, so ist es selbst für den Fachmann schwer, den Fehler zu finden. Ein neuzeitlicher Netzanschlußempfänger mit mehreren Röhren ist ein so verwickeltes Gebilde, daß ein planloses Herumprobieren daran meist nur weiteren Schaden anrichtet. Alle Stromkreise eines Gerätes schließen sich in der Röhre, und es ist wichtig, die an der Röhre liegenden Spannungen und Ströme während des Betriebes zu messen. Es müssen gemessen werden: die Heizspannung, Gitterspannung, Hilfsgitterspannung, die Anodenspannung und der Anodenstrom, u. zw. an Batteriegeräten sowie an Netzanschlußgeräten für Gleich- und Wechselstrom.

Die neuen Rundfunk-Röhrenprüfer der Firma Robert Abrahamson G. m. b. H., Berlin-Steglitz, Modell RP 2 und RP 3, sind nach diesen Gesichtspunkten konstruiert. Mit Hilfe des Adapters können alle Messungen durch Austauschen des Adapters gegen die zu prüfende Röhre mit einem Griffe ermöglicht werden.

Mit dem Modell RP 2 können folgende Messungen ausgeführt werden:

1. Elektrodenschlußprüfung mittels Kontrollampe,
2. Messungen an Röhren, Empfängern und Verstärkern während des Betriebes mittels Adapters,
3. Prüfung der Emission mittels an den Rundfunkprüfer angelegter Batterien unter Verwendung des Batterieadapters,
4. Widerstandsmessungen,
5. Strom- und Spannungsmessungen.

Das Gerät enthält in einem flachen Koffer ein Präzisions-Drehspulinstrument, welches als Gleichstrom-Voltmeter und Milliamperemeter und in Verbindung mit einem Gleichrichter als Wechselstrom-Voltmeter umschaltbar ist. Eine Überlastung kann nicht eintreten, da für jede Messung getrennte Meßbereiche vorhanden sind, welche zwangläufig angeschaltet werden. Für die beiden Strommeßbereiche sind von außen leicht auswechselbare Abschmelzsicherungen vorhanden. Das Gerät kann durch Anschluß an die Außenklemmen wie jedes normale Meßinstrument mit den obigen Meßbereichen benutzt werden.

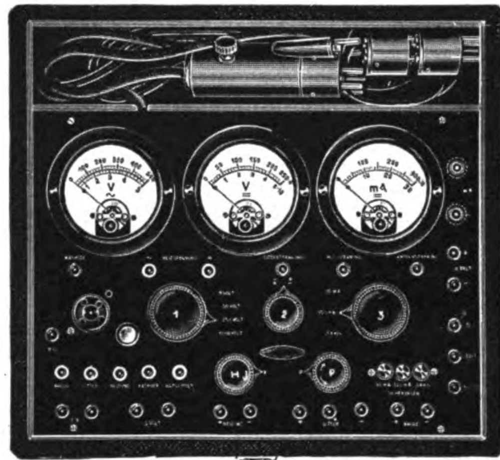


Abb. 7. Rundfunk-Prüfgerät.

Mit dem Rundfunk-Röhrenprüfer Modell RP 3 (Abb. 7) können folgende Messungen ausgeführt werden:

1. Elektrodenschlußprüfung mittels Kontrollampe,
2. Messung von Röhren, Empfängern und Verstärkern während des Betriebes mittels Adapters,
3. Aufnahme von Röhrenkennlinien; Bestimmen von Steilheit, Durchgriff und innerem Widerstand mittels Anlegens von Batterien an das Gerät,
4. Widerstandsmessungen,
5. Kapazitätsmessungen,
6. Strom- und Spannungsmessungen.

Dies Modell enthält in einem flachen Koffer drei hochempfindliche Instrumente, u. zw. ein Milliamperemeter, ein Voltmeter und ein Drehspul-Gleichrichterinstrument. Es wurden bei der Konstruktion dieses Gerätes deshalb drei Instrumente verwendet, um die Röhrenkennlinien aufnehmen zu können. Das Gerät enthält einen Heizwiderstand, um die Heizspannung zu regeln und einen Spannungsteiler, um verschiedene Gittervorspannungen einstellen zu können.

Die Aufnahme von Röhrenkennlinien ist überall da notwendig, wo Röhren mit einer bestimmten Charakteristik gebraucht werden sollen, wie solche z. B. zur Eichung eines Röhrenvoltmeters bestimmt werden müssen. Zum Schutze der Instrumente sind Schutzschaltungen sowie leicht auswechselbare Abschmelzsicherungen vorgesehen. Die Instrumente können unabhängig von der Schaltung durch besonders herausgeführte Klemmen wie jedes normale Meßinstrument mit den oben angeführten Meßbereichen benutzt werden. *fi*

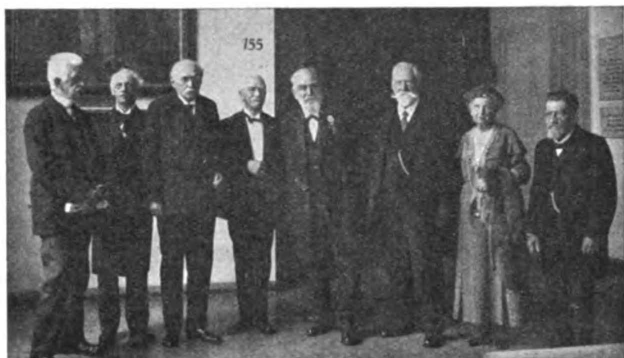
Verschiedenes.

Die Gedenkfeier zur Elektricitäts-Ausstellung 1882 München. — Am 20. Juni d. J. fand im Deutschen Museum zu München eine vom Elektrotechnischen Verein München veranstaltete Gedenkfeier zur Erinnerung an die Internationale Elektricitäts-Ausstellung, verbunden mit elektrotechnischen Versuchen, statt. Die fünfzigjährige Wiederkehr dieses bedeutsamen Ereignisses[1] hatte den genannten Verein zu dem Antrage an den Verband Deut-

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 569.

scher Elektrotechniker veranlaßt, die Vorstands- und Ausschußsitzung, auf die sich die diesjährige Jahresversammlung des VDE turnusmäßig beschränkte, in München abzuhalten.

Außer den Vorstands- und Ausschußmitgliedern des VDE fand sich im Ehrensaal des Deutschen Museums eine große Gesellschaft von geladenen Gästen ein, an der Spitze der geniale Schöpfer der Ausstellung Dr. Oskar von Miller mit seiner Gattin, weiter Vertreter von Reichs-, Staats- und Gemeindebehörden, den Hochschulen, Industrieverbänden, verschiedenen Vereinen, Instituten. Außerdem nahmen an der Feier die Vertreter der Vereinigung der Elektrizitätswerke, des Verbandes Bayerischer Elektrizitätswerke, der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen und des Deutschen Elektro-Installateurverbandes teil. Nach einer stimmungsvollen musikalischen Einleitung der Feier begrüßte der 1. Vorsitzende des Elektrotechnischen Vereins München, Herr Oberbaudirektor Dr.-Ing. E. h. Cl. Zell, die Erschienenen. Es sei dem großzügigen Gedankengange v. Millers zu verdanken, daß alle die hochverdienten Männer vor 50 Jahren zu gemeinschaftlicher Arbeit sich zusammengefunden hätten. Als von Millers Mitarbeiter und Zeugen jenes bedeutsamen Ereignisses könne er heute noch begrüßen Direktor Datterer, Geheimrat Prof. Dr. Graetz, Oberstudienrat Dr. Fromm, Zivilingenieur Dr. Eugen Schilling, Fabrikbesitzer Georg Montanus, Fabrikant Alois Zettler und nicht zum wenigsten auch noch Frau Geheimrat Oskar von Miller, die s. Zt. die Beleuchtungskunst auf der 1882er Ausstellung betreute (vgl. Abb. 8).



Von links nach rechts: Schilling, Fromm, Graetz, Datterer, O. von Miller, Montanus, Frau von Miller, Zettler.

Abb. 8.

Namens der Stadt München sprach hierauf Oberbürgermeister Dr. Scharnagl und seitens der bayerischen Staatsregierung der Chef der bayerischen Staatsbauverwaltung Innenminister Dr. Stützel. Dieser betonte, daß Bayern stolz auf die von hier ausgehenden Anregungen zur Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft sei und die Staatsbauverwaltung im besonderen stolz darauf, daß in ihren Reihen ein junger Ingenieur als Staatsbaupraktikant, nämlich Oskar v. Miller, zuerst den praktischen Weg zur Krafterzeugung und Kraftverteilung gewiesen habe. Dieser habe s. Zt. im Jahre 1881 den unerhörten Mut besessen, einen dreimonatigen Urlaub zu erbitten, um in Paris die Elektrizitäts-Ausstellung zu besuchen. Als der damalige Minister dem jungen Praktikanten deswegen Vorhaltungen gemacht hatte, hätte dieser kurzerhand vorgeschlagen, ihn als Staatskommissar nach Paris zu schicken. Es sei überraschend, wie treffend der junge Staatskommissar in seinem Bericht sich in die einschlägigen Fragen eingearbeitet habe. Minister Stützel überreichte diesen Bericht, ein Dokument der Geschichte der Technik, das jahrzehntelang in den Staatsakten ruhte, im alten blauen Umschlagdeckel nach künstlerischer Einfassung dem verdienten Pionier der Elektrotechnik als Gabe der Staatsregierung zu dauerndem Besitz. Die Festversammlung erkannte diese freundliche Handlung mit überaus lebhaftem Beifall an.

Hierauf würdigte der 1. Vorsitzende des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Herr Prof. Dr. W. Petersen, in seiner Festrede die Bedeutung der vor 50 Jahren veranstalteten Elektricitäts-Ausstellung, die ein Markstein der Entwicklung der deutschen und internationalen Elektrizitätswirtschaft wurde. Nicht eine Festrede solle seine Ansprache sein, sondern ein Bekenntnis zur Geschichte der Elektrotechnik und zu ihren Pionieren. Von der damaligen Ausstellung sei eine Zauberkraft ausgegangen — bei jeder Maschine und jedem Apparat seien neue Ziele und Wege aufgetaucht. Viele Gedanken seien dort bereits angeregt worden, die erst Jahrzehnte später Gemeingut der Elektrotechnik geworden seien, so z. B. die Schuckertsche Lokomotivbeleuchtung und der Lautsprecher, der später in der drahtlosen Telegraphie wieder auferstanden sei. Von der Ausstellung 1882 führe ein unmittelbarer Weg zum Deutschen Museum, in dem Oskar von Millers nie rastender Geist seine volle Auswirkung fand. Oskar v. Miller habe die Befriedigung erfahren, Lehrer der Deutschen Nation zu werden.

Stürmisch begrüßt ergriff nun auf eine Bitte des Leiters der Feier Herr Oskar von Miller selber das Wort, um aus seiner persönlichen Erinnerung heraus eine Darstellung der Geschichte der Ausstellung zu geben. Er erzählte in seiner unnachahmlichen, jugendfrischen Weise, wie er im Jahre 1881 zur Ausstellung in Paris gekommen sei, nachdem es ihm geglückt sei, vom Staate als Kommissär dorthin entsandt zu werden, und was er dort erlebt und in sich aufgenommen habe. Zurückgekehrt habe er mit Prof. von Beetz Vorträge gehalten und die Veranstaltung einer eigenen Ausstellung in München angeregt. Diese sollte ursprünglich in der Vorführung der elektrischen Beleuchtung im damaligen Kils-Kolosseum in München bestehen, doch sei es, so erklärte der Vater, der Erzgießer, seinem Sohne, wenn die Reise nach Paris keine andere Idee gezeitigt hätte als diese, schade um das Reisegeld gewesen. Darauf wurde der Plan gefaßt, eine Vorführung in sehr erweitertem Maße, und zwar unter Einbeziehung der ganzen Elektrotechnik, im Glaspalast zu veranstalten. Dadurch entstanden nun aber mancherlei Schwierigkeiten mit dem Ministerium sowie ferner aus dem gleichzeitig von Wien aus gefaßten Plan einer elektrischen Ausstellung, worüber Oskar v. Miller in seiner humorvollen Art berichtete. Er hat dies in dem soeben von seinem Sohne herausgebrachten Buche[1] erzählt, so daß man hier weiteres nachlesen kann. Die Ausstellung sei ein Wagnis gewesen, da keine Ausstellungsgebühren erhoben wurden. Sie kostete 138 000 Mark, brachte jedoch an Eintrittsgeldern 163 000 Mark. Aber die Einnahmen waren, wie Redner schloß, nicht der eigentliche Erfolg, sondern dieser lag darin, daß mit einem Male das elektrische Licht und das Telephon volkstümlich wurden und die Kraftübertragung anfing, daß die Industrie wuchs und der erste Lehrstuhl für Elektrotechnik in Darmstadt errichtet wurde. Die Folge war, daß Hunderttausende von Arbeitsuchenden in der Elektroindustrie Verwendung fanden, und „ich selbst“, so fügte Oskar v. Miller humorvoll hinzu, „hatte den Vorteil, nach fünfzig Jahren ein Jubiläum feiern zu dürfen“.

Nach diesen rednerischen Darbietungen wurde die Festversammlung mit einer Reihe guter, von Oberbaurat Höchtl vorgeführter Lichtbilder, Aufnahmen und Pläne von der Elektricitäts-Ausstellung erfreut. Herr Höchtl würdigte dazu in kurzen Worten die Bedeutung der Fach- und Tagespresse für die Ausstellung und überreichte aus seiner Privatbibliothek Herrn v. Miller die vier ersten in Gold gebundenen Jahrgänge der Elektrotechnischen Zeitschrift mit Berichten über die Pariser und Münchener Ausstellung.

Oberbaudirektor Dr. Zell schloß darauf die würdige Feier mit einem begeistert aufgenommenen Hoch auf Herrn v. Miller und seine damaligen Mitarbeiter. *Z*

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[2]. — Die Angaben des Statistischen Reichsamts zeigen, daß die Erzeugung der 122 Elektrizitätswerke im April 1932 gegenüber dem Vormonat um

Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh: insgesamt		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh: arbeitstäglich		Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer: Anschlußwert Mill kW		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: insgesamt Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: kWh/kW Anschlußwert	
	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931
I.	25	26	1137,8	1357,6	45,5	52,2	4,7	4,6	389,5	462,5	15,6	17,8	3,3	3,9
II.	25	24	1079,6	1208,5	43,2	50,4	4,8	4,6	388,2	438,5	15,5	18,3	3,3	4,0
III.	25	26	1059,2	1266,9	42,4	48,7	4,7	4,6	385,6	458,8	15,4	17,6	3,2	3,8
IV.	26	24	1012,7	1133,2	38,9	47,2	.	4,6	.	440,2	.	18,3	.	4,0

[1] Oskar von Miller. Nach eigenen Aufzeichnungen, Reden und Briefen, bearbeitet von Walter von Miller. Verlag F. Bruckmann AG., München 1932.

[2] Vgl. ETZ 1931, S. 946; 1932, S. 542.

46,5 Mill kWh (4 %) und im Vergleich zum Parallelmonat des Vorjahres um 120,5 Mill kWh (10,6 %) gesunken ist; arbeitstäglich betrug der Rückgang 3,418 Mill kWh (8 %) bzw. 8,268 Mill kWh (17,5 %). Der Anschlußwert der von 103 Werken versorgten gewerblichen Abnehmer ist im März 1932 um 6000 kW hinter dem des Februar zurückgeblieben, weist aber gegen den gleichen Monat des Vorjahres eine Zunahme um 0,168 Mill kW (3,7 %) auf. Für den Verbrauch dieser Konsumenten im genannten Monat ergibt sich ein Rückgang, u. zw. um 2,6 Mill kWh gegen den Vormonat und um 73,2 Mill kWh (16 %) im Vergleich zum März 1931; je Arbeitstag stellte sich diese Abnahme auf 0,107 bzw. 2,226 Mill kWh (12,6 %). *Msr.*

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Erscheinen des IV. Bandes der „Geschichtlichen Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik".

In der vom Elektrotechnischen Verein zu Berlin herausgegebenen Sammlung „Geschichtliche Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik" ist soeben als Band IV **„Die Entstehung der internationalen Maße der Elektrotechnik"** von Geh. Regierungsrat Professor Dr. Wilhelm Jaeger in Berlin im Umfange von 101 Seiten mit 23 Abbildungen und einem alphabetischen Namen- und Sachregister erschienen. Unter den Abbildungen sind 18 Bildnisse von namhaften Gelehrten enthalten, die in der Entwicklung der Elektrizitätslehre und Elektrotechnik eine wichtige Rolle gespielt haben. In erster Linie sind die Bildnisse derjenigen Gelehrten aufgenommen worden, deren Namen zur Benennung der elektrischen und magnetischen Einheiten Verwendung gefunden haben, sowie einiger anderer, die sich in der Frage der Einheiten besondere Verdienste erworben haben (Ampère, Coulomb, Faraday, Gauß, Henry, Joule, Lord Kelvin (William Thomson), F. Kohlrausch, Maxwell, Oersted, Ohm, Lord Rayleigh, Werner von Siemens, Volta, Warburg, Wilhelm Weber, Weston).

Eine Darstellung der geschichtlichen Entwicklung der elektrischen Einheiten ist gerade jetzt besonders aktuell, da am 5. Juli d. J. der Internationale Elektrizitätskongreß in Paris zusammengetreten war, der auch als 50 Jahr-Feier des ersten Elektrikerkongresses in Paris i. J. 1881 gelten sollte, auf dem zum ersten Male internationale Beratungen über die elektrischen Einheiten abgehalten und Beschlüsse darüber gefaßt wurden. Der Verfasser des jetzt erschienenen IV. Bandes hat selbst wesentlichen Anteil an der Entwicklung der internationalen Einheiten genommen, da er seit Begründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt i. J. 1887 bei dieser Behörde bis vor wenigen Jahren tätig gewesen ist und zusammen mit verschiedenen Mitarbeitern die empirisch definierten elektrischen Grundeinheiten zum ersten Male mit sehr großer Genauigkeit verwirklicht hat. Er erschien daher dem Elektrotechnischen Verein besonders geeignet, die geschichtliche Darstellung zu verfassen, zumal er sich auch früher schon auf diesem Gebiete vielfach literarisch betätigt hat.

Die Darstellung bildet nicht etwa eine trockene Aufzählung der einzelnen Vorgänge, Kongresse, Beschlüsse, Gesetze usw., sondern schildert in anschaulicher Weise die Zustände auf dem Gebiete der elektrischen Messungen zu verschiedenen Zeiten von 1881 ab und behandelt einige damit in Zusammenhang stehende wichtige allgemeine Fragen näher sowie die Differenzpunkte in den Ansichten der Teilnehmer an den Kongressen usw.

Band IV der Geschichtlichen Einzeldarstellungen bildet daher ein wertvolles Dokument für die Entstehungsgeschichte der internationalen Maße, die eine so grundlegende Bedeutung für die Einheitlichkeit aller elektrischen und magnetischen Messungen auch im internationalen Verkehr besitzen. Für alle beteiligten Kreise ist eine nähere Kenntnisnahme der in dem Bande enthaltenen Ausführungen von besonderem Wert.

Für die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins und der dem Verbande Deutscher Elektrotechniker angeschlossenen Vereine kostet das Exemplar auf dem Subskriptionswege

broschiert für das Inland 4 RM, gebunden 4,50 RM,
broschiert für das Ausland 4,20 RM, gebunden 4,70 RM

einschließlich Porto und Verpackung.

Wir bitten, die Bestellungen an die Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, zu richten.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

A. Ettingshausen †. — In Graz starb im 83. Lebensjahr Hofrat Prof. Dr. Albert Ettingshausen, der an der T. H. Graz von 1886 bis 1920 die Physik und die Elektrotechnik vertreten hat. Der Verstorbene war ein gleich ausgezeichneter Lehrer und Forscher. Seiner Schule entstammt eine ganze Reihe bedeutender Elektrotechniker, und seine Arbeiten, von denen die über den Hall-Effekt am bekanntesten sein dürften (Ettingshausen-Nernst-Effekt), haben der Physik und der Elektrotechnik wertvolle Bauelemente geliefert.

Hochschulnachrichten. — Der Ingenieur Dr. techn. Heinrich Sequenz, Professor an der Bundeslehranstalt für Maschinenbau und Elektrotechnik in Wien, hat sich an der T. H. in Wien als Privatdozent für den Bau elektrischer Maschinen habilitiert und wird im kommenden Herbst Vorlesungen über die Ankerwicklungen für Gleich- und Wechselstrommaschinen halten.

LITERATUR.

Besprechungen.

Auferstehung der europäischen Wirtschaft. Von Dipl.-Ing. S. Stark. Mit einem Vorwort v. Dr. F. Niethammer. Mit XXXI u. 144 S. in gr. 8⁰. 1932. Verlag Buchdruckerei „Pallas", Prešov (Slovakei). Preis geh. 4,— RM.

Der Verfasser hat sein Buch dem Internationalen Arbeitsamt des Völkerbundes in Genf gewidmet und erhofft von diesem die Durchführung seiner phantastischen Pläne, für deren Verwirklichung nicht nur ein Zusammenschluß aller Staaten Europas zur planmäßigen, einheitlichen Elektrizitätsversorgung notwendig wäre, sondern zuvor auch der Ersatz des „Goldmammon" durch eine internationale „Erg-Valuta", die sich auf der rationalisierten Energieerzeugung Paneuropas aufbaut. Ein „europäisches gemeinnütziges Energie-Syndikat" soll die Wege hierfür ebnen und aus „Landessyndikaten" zusammengesetzt sein, die ihrerseits durch die einzelnen Arbeitsministerien ins Leben gerufen werden und alle Großabnehmer elektrischer Arbeit, auch die Vertreter der heute bestehenden kommunalen Elektrizitätswerke, in sich aufnehmen. Bei kriegerischen Verwicklungen glaubt Stark die internationalen Kraftwerke und Leitungen durch den Völkerbund gesichert.

Die in einem fünfjährigen Zeitraum für den Ausbau der paneuropäischen Elektrizitätsversorgung aufzubringenden Summen werden zu 50 Mrd schw. Fr berechnet. Ob die Aufwendung solcher Summen sich durch die aus der internationalen Verflechtung der Elektrizitätswirtschaft gezogenen Ersparnisse rechtfertigen läßt, wird nicht untersucht. Uns will es scheinen, daß, bevor die von Stark angeregten Pläne zur näheren Erörterung gelangen, zunächst die großen Kulturländer Europas sich darüber Klarheit verschaffen sollten, ob sie nicht aus eigener Kraft ihre Elektrizitätserzeugung und -verteilung so zu verbilligen in der Lage sind, daß die elektrische Energie in der Zukunft, nach Umstellung der Kohlenwirtschaft, zur ausschließlichen Kraft-, Licht- und Wärmequelle werden kann, wenn sie mit den Landeswasserkräften und den durch Elektrizität gewonnenen Energieträgern Öl und Wasserstoff hergestellt wird.

Thierbach.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Der Elektroaußenhandel der V. S. Amerika 1931. — Im Jahr 1931 hat sich die Schrumpfung der nordamerikanischen Elektroausfuhr noch schärfer fortgesetzt als 1930. Während diese 1928/1929 von 110,73 auf 149,61 Mill $ gesteigert werden konnte, ging sie 1930 auf 131,21 und 1931 auf nur noch 92,70 Mill $, also um 29 % zurück. Wie die am Schluß folgende Zahlentafel zeigt, sind von dieser rückläufigen Bewegung alle Gruppen der elektrotechnischen Ausfuhr mit Ausnahme der Kühlanlagen betroffen worden. Im einzelnen sind allerdings auch bei Untergruppen noch einige bemerkenswerte Ausnahmen festzustellen. So hat sich z. B. die Ausfuhr von Wechselstromgeneratoren von über 2000 kVA von 0,66 auf 1,03, ebenso der Export von Generatorenteilen und -zubehör von 0,71 auf 1,05 Mill $ erhöht. Diese Steigerungen sind hauptsächlich auf größere Käufe Sowjetrußlands zurückzuführen. Die Funkgeräteausfuhr der V. S. Amerika verringerte sich zwar insgesamt von 23,13 auf 22,64 Mill $, doch wuchs der Export von Empfangsapparaten von 11,55 auf 14,36 Mill $; hiervon gingen 1,71 Mill $ nach Argentinien (1,23 i. V.) und 1,92 Mill $ nach England (0,40 i. V.). Bemerkenswerterweise hat auch Frankreich mehr Empfangsgeräte aufgenommen, Kanada, Schweden, Italien und Mexiko jedoch weniger. Für elektrische Kühlanlagen war Kanada mit 14 000 Stück im Wert von annähernd 1,50 Mill $ der hauptsächlichste Markt; von europäischen Ländern erhielten solche Großbritannien für 0,56 und Frankreich für 0,26 Mill $.

In der Richtung des nordamerikanischen Elektroexports zeigt sich eine sehr beachtliche Verschiebung. Die Ausfuhr nach Europa, die schon in den vergangenen Jahren gesteigert werden konnte, war 1931 sogar noch etwas größer als im Vorjahr. Dagegen hat der Versand nach den übrigen Teilen der Welt erheblich abgenommen, wie nachstehende Übersicht erkennen läßt:

Die Elektroausfuhr der V. S. Amerika 1928/31.

Absatzgebiet	1928	1929	1930	1931
	Mill $			
Europa	20,81	29,70	32,26	32,32
Amerika	64,11	87,90	74,81	44,31
Asien, Afrika und Australien	25,80	32,01	24,16	16,01

Die Elektroausfuhr der V. S. Amerika 1931.

	1931 $	1930 $	Änderung g. V. $
Generatoren, Turbogeneratorensätze, Teile solcher, selbst. Beleuchtungssätze	4 598 206	5 773 446	— 1 175 240
Akkumulatoren, Batterien, Elemente	5 653 291	8 147 859	— 2 494 568
Transformatoren, Gleichrichter, rotierende Umformer usw.	3 427 670	6 591 136	— 3 163 466
Starkstromschalttafeln, größere Schalter, Sicherungen, Zähler, Meßinstrumente, Blitzableiter, Drosselspulen usw.	5 537 443	8 702 433	— 3 164 990
Motoren, Lokomotiven, Elektrokarren, Anlasser, Kontroller, transportable Elektrowerkzeuge, Teile solcher	8 997 299	14 666 376	— 5 669 077
Glüh- und andere Lampen, Scheinwerfer	1 731 061	3 381 607	— 1 650 546
Ventilatoren, Haushaltmaschinen, Staubsauger, Bügeleisen, Heiz- und Kochvorrichtungen, Industrieöfen	4 216 251	6 186 245	— 1 969 994
Kühlanlagen	11 629 440	10 296 772	+ 1 332 668
Elektromedizinische Apparate	1 155 597	1 721 230	— 565 633
Radiogerät	22 635 154	23 133 815	— 498 661
Telegraphen u. Fernsprechapparate, Signaleinrichtungen, Klingeln	2 856 821	6 493 494	— 3 636 673
Zündsysteme, -kerzen, Magnetos, Start- u. Lichtanlagen	2 102 744	3 067 638	— 964 894
Isoliermaterial, Röhren, Dosen, Lichtschalter	2 520 261	4 131 367	— 1 611 106
Beleuchtungsgegenstände, Installationsmaterial, Schalen und Schirme, Isolierband usw.	3 195 694	5 206 930	— 2 011 236
Andere nicht näher bezeichnete elektrische Vorrichtungen	4 658 203	10 041 901	— 5 383 698
Elektrotechnische Glas- u. Porzellanwaren	1 151 091	1 667 213	— 516 122
Erzeugnisse aus Kohle, Ofenelektroden	1 968 819	2 725 977	— 757 158
Blanke u. isolierte Leitungsdrähte und Kabel	3 789 930	7 569 533	— 3 779 603
Waschmaschinen für den Haushalt	870 370	1 709 958	— 839 588
Summe	92 695 345	131 214 930	— 38 519 585

Die Steigerung der Elektroausfuhr nach Europa ist in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß sich der Export nach Rußland um 1,20 auf 6,47 Mill $ erhöhen konnte; auch nach England stieg er um 0,04 auf 9,62 Mill $; dagegen fiel die Ausfuhr nach Frankreich um 0,49 auf 3,11 und die nach Italien um 1,01 auf 2,28 Mill $. Einen schweren Verlust für die Ausfuhr der V. S. Amerika bedeutet das stark rückgängige kanadische Geschäft; hier ergab sich eine Schrumpfung um 13,41 auf nur noch 10,65 Mill $. Ebenso verminderte sich der Versand nach Argentinien um 2,30 auf 6,17 Mill $. Von den Ländern Lateinamerikas weisen lediglich Uruguay und Venezuela etwas größere Beträge auf.

Die nordamerikanische Elektroeinfuhr, die seit Jahren eine geringe Rolle spielt, hat sich 1931 gegenüber 1930 von 2,98 auf 2,91 Mill $ vermindert, ist also in wesentlich geringerem Grade gesunken als die Ausfuhr.

In den ersten beiden Monaten des Jahres 1932 hat sich die rückgängige Entwicklung des Exports in noch verschärftem Tempo fortgesetzt. Er belief sich auf 8,82 Mill $ gegen 14,92 in der gleichen Zeit des Vorjahres. *A. Fr.*

Vorgänge im Ausland. — Die N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven, haben nach der Köln. Ztg. gegen die Hyalos AG., Schaffhausen, in einem Prozeß wegen Verletzung von Patentrechten letzterer auf die maschinelle Herstellung von Glasröhren nunmehr ein für sie günstiges Urteil erzielt. In der Begründung ist darauf hingewiesen worden, daß das von der schweizerischen Firma s. Z. erworbene amerikanische Patent der Libbey Glass Co. für Holland nicht rechtzeitig beantragt worden sei, während die Erfindung in Amerika bereits 1906 patentiert wurde. — Die deutsche Philips-G. m. b. H., Berlin, hat, wie wir der Berl. Börs.-Ztg. entnehmen, den gesamten Vertrieb der Valvo-Erzeugnisse der Radioröhrenfabrik G. m. b. H. in Hamburg übernommen. — Wie die Firma Fr. Křižík, Kabelfabrik und Elektrotechnische Werke, AG., Prag, zu unserem Bericht über „Die Elektroindustrie der Tschechoslowakei" (ETZ 1932, S. 568) berichtigend mitteilt, hat sie durch Fusion das Kabelwerk samt zugehöriger Leitungsmaterial- und Isolierrohrfabrik der Bergmannwerke in Bodenbach übernommen, wogegen die Maschinenfabrik dieser Gesellschaft in die Prager AEG eingebracht wurde. —

Ein neues Mitglied der „Vauelfa". — Die Leonische Drahtwerke AG., Roth b. Nürnberg, ist der „Vauelfa" Vereinigte Leitungsdraht-Fabriken G. m. b. H. (Syndikat), Berlin, als Mitglied beigetreten. —

Aus der Geschäftswelt. — Von der Verwaltung der Bergmann-Elektricitäts-Werke AG., Berlin, wird uns mitgeteilt, daß es sich bei den Zeitungsmeldungen, die von einer geplanten Stillegung der Bergmann-Elektricitäts-Werke sprechen, um eine vorläufige Maßnahme handelt, von der einzelne Fabrikabteilungen betroffen werden, bei denen die Vorräte so groß und reichhaltig sind, daß der Bedarf der nächsten Monate reibungslos aus diesen Beständen bestritten werden kann. Durch die Stillegung einzelner Abteilungen leidet also der Kundendienst in keiner Weise. Die Abteilungen Kabelwerk, Drahtfabrik und Reparaturfabrik sind von den erwähnten Maßnahmen nicht betroffen, sie werden unverändert weitergeführt. —

In das Handelsregister wurden eingetragen: Elektron G. m. b. H., Fabrik elektrotechnischer Apparate, Schwenningen a. N. (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von elektrotechnischen und feinmechanischen Artikeln; Patin & Co. G. m. b. H., Berlin (50 000 RM): Auswertung elektrophysikalischer Erfindungen. —

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 24: Wer ist der Hersteller der Schalttafel-Reihenklemme für Meßleitungen System „Phönix"?

Frage 25: Wer stellt Spezial-Papierstoff für das Anfertigen von Lautsprecher-Membranen her?

Frage 26: Wer baut elektrisch oder mit Gas geheizte Emailliermaschinen zur Herstellung von Lackdrähten?

Abschluß des Heftes: 9. Juli 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Neuer Fernantrieb für Streckenschalter, Signale, Weichen und Bahnschranken.

Mitteilung der AEG.

Fernangetriebene Streckenschalter, Signale, Weichen und Bahnschranken werden durch Motorantrieb betätigt. Bei den bekannten Antrieben sind meist Spezialmotoren und Reibungskupplungen vorhanden; die Rückmeldung mittels Meldelampen erfordert größere Strom- und Unterhaltungskosten, außerdem sind Fehlschaltungen möglich. Der von der AEG entwickelte neue Fernantrieb vermeidet diese Mängel.

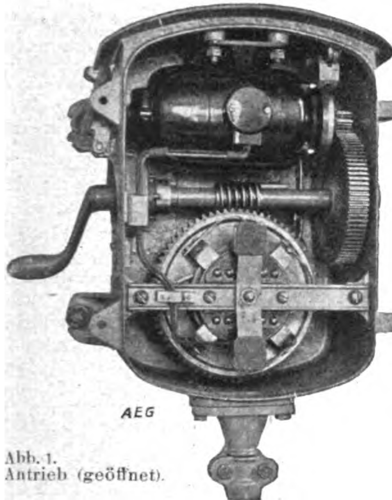


Abb. 1. Antrieb (geöffnet).

Abb. 1 zeigt den Antrieb geöffnet. Der Antriebsmotor ist ein gewöhnlicher Universalmotor, der höchste Anzugmomente liefert und von der Schalttafel (Abb. 2) aus betätigt wird. Wenn die Netzspannung ausbleibt, wird der Antrieb mittels der vorgesehenen Handkurbel von Hand bewegt. Damit in diesem Falle bei Rückkehr der Spannung Fehlschaltungen vermieden werden, ist ein Sicherheitschalter (Abb. 3) vorgesehen, der die Schalttafel und die dahinter liegenden Apparate bei Ausbleiben der Netzspannung und bei Betätigung des Antriebes mittels Handkurbel abschaltet. Die Antriebskurbel ist im normalen Betrieb im Kasten des Sicherheitschalters eingeschlossen. Der zugehörige Schlüssel dient außerdem dazu, die Betätigungschalter in ihrer Stellung dann mittels einer Verblockungswelle festzulegen, wenn der Sicherheitschalter geöffnet und die Handkurbel entnommen werden soll, und dann freizugeben, wenn die Handkurbel wieder im Sicherheitschalter eingeschlossen ist.



Abb. 2. Schalttafel mit Zeigerrückmeldung.

Ist die Handkurbel aus dem Sicherheitschalter herausgenommen, so wird damit gleichzeitig die Schalttafel spannungslos. Anderseits kann der Sicherheitschalter bei Ausbleiben der Netzspannung nur wieder eingelegt werden, wenn die Handkurbel sich im Kasten befindet und Netzspannung wieder vorhanden ist. Steht eine Reservehilfsquelle zur Verfügung, so schaltet der Sicherheitschalter selbsttätig von Netz auf diese Hilfsquelle um. Fehlschaltungen sind daher im normalen Betrieb und insbesondere bei Vorhandensein einer Hilfsquelle vollkommen ausgeschlossen.

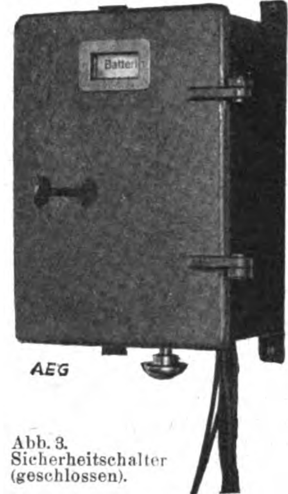


Abb. 3. Sicherheitschalter (geschlossen).

Wird verlangt, daß ein gegebener Schaltbefehl unmittelbar nach Erteilen wieder zurückgeführt werden kann, so wird der Fernschalterantrieb mit **Rücklaufschaltung** nach Abb. 4 versehen. Der Rücklauf wird durch Feldumkehr mittels Umschalters *v* erreicht.

Das Netzdrehmoment des Antriebes ist mehr als ausreichend. Tafeln 1 und 2 zeigen die an der Kurbel des Antriebes durch Abbremsen festgestellten Meßergebnisse.

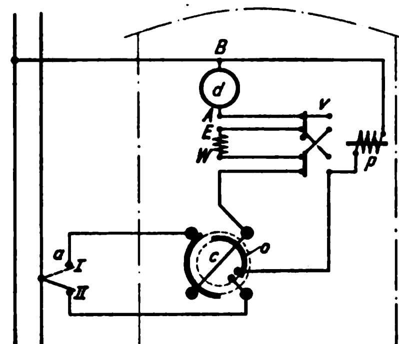
Die Meßergebnisse bestätigen die äußerst günstigen Schaltzeiten und den geringen Stromverbrauch des neuen AEG-Fernantriebes für Streckengeräte bei größter Betriebsicherheit.

Abgegebenes Nutzdrehmoment kgm	Schaltzeit s		Stromaufnahme (Scheinstrom) A		Leistungsaufnahme W	
	220 V	225 V	220 V	225 V	220 V	225 V
5	3/3,5	2,5/3	1,3	1,2	200	230
10	6	4,5	1,7	1,6	220	270
15	9,5	7	2,1	2,1	210	300
20	16	12	2,5	2,5	190	315

Tafel 1. Meßergebnisse bei 225 V und 200 V Wechselstrom.

Abgegebenes Nutzdrehmoment kgm	Schaltzeit s		Stromaufnahme A		Leistungsaufnahme W	
	200 V	100 V	200 V	100 V	200 V	100 V
5	3,5/4	8	1,35	1,8	270	180
10	5	9	1,8	2,2	360	225
15	5,5/6	10,5	2,1	2,5	420	250
20	6	12,5	2,5	2,7	500	270

Tafel 2. Meßergebnisse bei 220 V und 100 V Gleichstrom.



a = Betätigungschalter, c = Unterbrecher, d = Motor, o = Hilfskontakt, p = Stromspule, v = Umschalter, A—B = Stromrichtung im Anker, W—E = Stromrichtung im Feld, I = „Ein"-Stellung, II = „Aus"-Stellung.

Abb. 4. Fernantrieb mit Rücklaufschaltung.

Zählerfachmann
36 J., Abs. staatl. Uhrmacherschule, erstkl. Meßtechniker und Konstrukteur, 17 J. Laborat. u. Betriebspraxis, sucht neuen Wirkungskreis bei E. W. oder Industrie (auch Ausland). Uebernehme evtl. auch **Revisionen** und Rep. auf eigene Rechnung. [2714]
Carl Liehr, Berlin N 20, Spanheimstraße 2.

Elektroingenieur
Absolv. Techn. Staatslehranstalten zu Hamburg, „Gut", 23 J., led., 3 J. Werkstatt-, ½ Jahr Büropraxis, Führersch. 3b, Kenntnisse in wirtschaftlicher Betriebsführg., Schreibmasch.-Schreiben, Arbeit mit Büromasch., erfahren in Fernmelde- u. Rundfunktechnik, sucht Stellung i. Fach, gleich welcher Art und wo.
Ernst Stewing, Berlin-Wilmersdorf, Mainzer Str. 9. [2712]

Elektr.-Dipl.-Ing.
30 J., (T. H. Hannover u. Darmstadt), deutsche u. amer. Praxis, 5¼ Jahre U.S.A., 2¾ J. Chef-Ing. b. am. El.-Masch.-Werk, ungek. Stellg., 3 amer. Patente, engl. u. franz. perf., sucht neuen Wirkungskr. i. In- od. Ausl., b. Industrie o. Lehranst. Ia Ref. u. Zeugn. Ang. erb. u. **E. 2713** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektro-
Dipl.-Ing., T. H. München (sehr gut, 1,3), über 2 J. Pr. in Lab. u. Pat.-Abtlg. von Großfirma, sucht Stellung. Gefl. Angeb. u. **E. 2710** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Privatschule
Theoret. Ausbild. durch **Fernunterricht.** 3 Sem. Mathemat. Maschin.- u. elektrot. Berechnung. Gegr. 1901. — **Ing. Issle, Berlin-Schmargendorf A.** [2592]

INGENIEUR
Skandinavische Firma sucht einen Ingenieur mit reicher selbständiger Erfahrung in Stufenschaltern für Reguliertransformatoren, der während eines halbjährigen Besuches grundlegende Konstruktionen ausführen könne. Nur erstklassige Ingenieure kommen in Betracht. Anfrage mit Auskünften unter **E. 2716** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

ETZ
Jahrgang 1930, Heft 4 zu kaufen gesucht. Ang. u. **E. 2715** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Zur Beachtung für die Stellesuchenden

Wir empfehlen den Herren Bewerbern dringend, ihren Offerten auf Zifferanzeigen Anlagen nicht ohne weiteres beizufügen, sondern Lichtbild, Zeugnisabschriften, Zeichnungen usw. erst einzureichen, nachdem sie von der betr. Firma hierzu aufgefordert worden sind, **da wir für den Wiedererhalt derartiger Anlagen nicht eintreten, noch aufkommen können.** Die Vermittlung bei anonymen Anzeigen erstreckt sich lediglich auf Annahme von Briefen und deren Weitergabe an die Inserenten.

Verlag u. Expedition der „Elektrotechnische Zeitschrift" Berlin W 9, Linkstraße 23/25

Bei der unterzeichneten Aktiengesellschaft ist sofort die Stelle eines

1. Direktors und Vorstandsmitglieds

zu besetzen. Fachmänner aus dem Gebiete der Elektrowirtschaft mit abgeschlossener Hochschulbildung und langjähriger praktischer Tätigkeit in gleichartiger leitender Stellung, die sowohl das kaufmännische als auch das technische Gebiet beherrschen, mit reichen Erfahrungen im Haushaltplan-, Rechnungs-, Tarif-, Bilanz-, Einkaufs- und Werbewesen großer industrieller Werke, im Entwurf, Bau und Betrieb von Hoch- und Niederspannungsanlagen sowie hervorragendem Organisations- und Dispositionstalent, mit gewandtem Auftreten im Verkehr mit Behörden, Industrie und Publikum, wollen ihre Bewerbungen mit ausführlichem Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnissen unter Angabe ihrer Gehaltsansprüche an den unterzeichneten Aufsichtsratsvorsitzenden bis 30. Juli 1932 einreichen. Die Anstellung erfolgt auf Privatdienstvertrag ohne Pensionsberechtigung. Besuche ohne Aufforderung sind unerwünscht. [2717]

Pulsnitz (Sa.), am 8. Juli 1932.

Ueberlandkraftwerke Pulsnitz A.-G. in Pulsnitz.
Der Aufsichtsrat
Bürgermeister **Dr. Jurgeleit,** Vorsitzender.

Routinierte Vertreter
in Verkaufspraxis erprobt
f. Bez.: **Schlesien: Breslau, Beuthen, Sachsen: Chemnitz, Dresden, Süd-, Südwestdeutschland**
gegen Provision, ev. Spesenzuschuß, für elektr. Spezialartikel gesucht. Angeb. m. Lichtb. u. Ref. u. **E. 2718** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Brauchen Sie einen tüchtigen Vertreter?

Dann inserieren Sie in der ETZ! Die große Zahl der eingehenden Angebote wird Ihnen die Möglichkeit geben, die Wahl ganz nach Ihren Wünschen zu treffen. Benötigen Sie sonst einen tüchtigen Mitarbeiter, geben Sie eine Anzeige in der ETZ auf:

Sie finden ihn!

Bedeutendes
Elektro-Motorenwerk A.-G.
sucht für ihre Vertreterfirmen, welche über ein Auto verfügen und bei der Kundschaft bestens eingeführt sind,

Verbindung

mit erstklassigen Spezialfabriken der Elektrobranche. Diese Verbindung soll bezwecken, den Vertretern durch größere Verdienstmöglichkeiten die intensive Reisetätigkeit möglichst wirtschaftlich zu gestalten.
Gefl. Offerten erbeten unter **E. 2711** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

KLINGEL-SCHUTZ-NEON- u. DREHSTROM-TRANSFORMATOREN
ISMET
für trockene und feuchte Räume
2-15000 VA
JOH. SCHLENKER METALLWARENFABRIK
ABTEILUNG APPARATEBAU · SCHWENNINGEN a. N. (WTTBG.)
ZUR MESSE IN LEIPZIG: HAUS DER ELEKTROTECHNIK STAND 293

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 21. Juli 1932 | Heft 29

Das Kraftwerk Finkenheerd.

Eine planmäßige Elektrizitätsversorgung der Provinz Brandenburg begann verhältnismäßig spät. Erst mit der Gründung des Märkischen Elektrizitätswerks und dem Bau des Steinkohlenkraftwerks Heegermühle im Jahre 1909 kann man von einer eigentlichen Überlandversorgung reden. Der steigende Stromverbrauch führte zur Errichtung des Braunkohlenkraftwerks Finkenheerd[1], dessen Bau im Herbst 1921 begonnen wurde und in mehreren Stufen durchgeführt werden sollte. Z. Zt. ist man mit der 6. Stufe fertig. Die installierte Maschinenleistung beträgt jetzt 176 000 kW und soll sich im endgültigen Ausbau auf 225 000 kW belaufen.

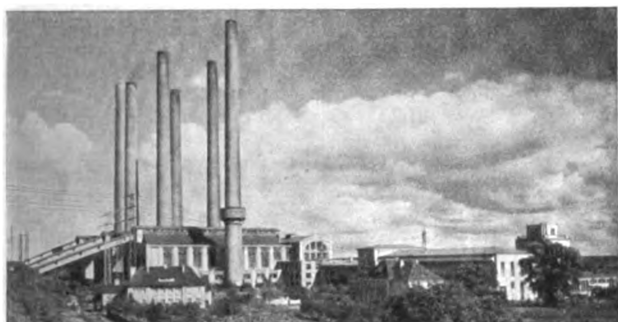


Abb. 1. Gesamtansicht des Kraftwerks Finkenheerd.

Die Brennstoffbasis des Kraftwerks (Abb. 1) bildet das südlich von Frankfurt a. d. Oder gelegene Braunkohlen-Bergwerk Finkenheerd, wo die Kohle im Tage- und Tiefbau gewonnen wird. Der Wassergehalt der Kohle schwankt zwischen 51 und 53 %; bei einem mittleren Wassergehalt von 52 % beträgt der untere Heizwert rd. 2250 kcal/kg. Da sich die Kohle zur Brikettierung und Verfrachtung nicht eignet, war die Verfeuerung unter den Kesseln eines in unmittelbarer Nähe der Grube gelegenen Kraftwerks gegeben. Man wählte dafür eine Stelle am Brieskower See (Abb. 2), einem schiffbaren Oderarm, wo ausreichende Frischwassermengen und u. U. spätere Kohlenzufuhr auf dem Wasserwege zur Verfügung stehen.

Die Kohle wird aus Selbstentladewagen in Bunker entleert, aus denen sie mittels Plattenbändern den Brechern zugeführt wird; von da gelangt sie ohne Unterbrechung auf Förderbändern in die Kesselbunker (Abb. 3). Auf den Bedienungsflur oberhalb der Rostanlagen hat man verzichtet. Sämtliche Kessel sind Viertrommel-Steilrohrkessel. Die ersten 9 Kessel der ersten Ausbaustufe haben Halbgas-Treppenrostfeuerungen. Der bewegliche Rost wurde bis dahin für Braunkohle noch nicht angewendet. Da sich aber bei der Verfeuerung von Rohbraunkohle auf Treppen- und Muldenrosten nur geringe Betriebswirkungsgrade erreichen lassen und auch keine Möglichkeit bestand, die Leistung eines Kessels so weit zu steigern, wie es im Interesse geringer Anlage- und Betriebskosten erstrebenswert ist, hatte man in Finkenheerd in der ersten Ausbaustufe den 10. Kessel probeweise mit mechanisch betriebenem Vorschubrost und vorgewärmter Verbrennungsluft eingerichtet. Der Heißluftbetrieb bedingte Vorschubroste mit mechanischem Antrieb, weil mit geschlossenen Aschenfallräumen gearbeitet und demnach auf Schüren mit der Hand verzichtet werden mußte.

Bei dieser Versuchsfeuerung hat man zum ersten Male Heißluft zur Verbrennung von Rohbraunkohle im praktischen Betriebe verwendet. Man überwand also das Bedenken, daß beim Vortrocknen der nassen Braunkohle der Zerfall der letzteren den Luftdurchsatz erschweren würde, was der Verwendung vorgewärmter Verbrennungsluft bisher hinderlich gewesen war. Es zeigte sich aber, daß der befürchtete Zerfall der Rohkohle keine nachteiligen Folgen hatte, und die mit der Heißluft gemachten Erfahrungen waren grundlegend für die Gestaltung der Kesselfeuerungen in den folgenden Ausbaustufen, in denen nur noch Kesselfeuerungen mit Heißluftbetrieb und von Ausbaustufe zu Ausbaustufe verbesserten mechanischen Rosten zur Anwendung gelangten. Durch möglichst hohe Vorwärmung der Verbrennungsluft konnte die Brenngeschwindigkeit, die sowohl für die Leistungsteigerung als auch für den Wirkungsgrad wesentlich ist, gehoben werden. Um bei Lufttemperaturen

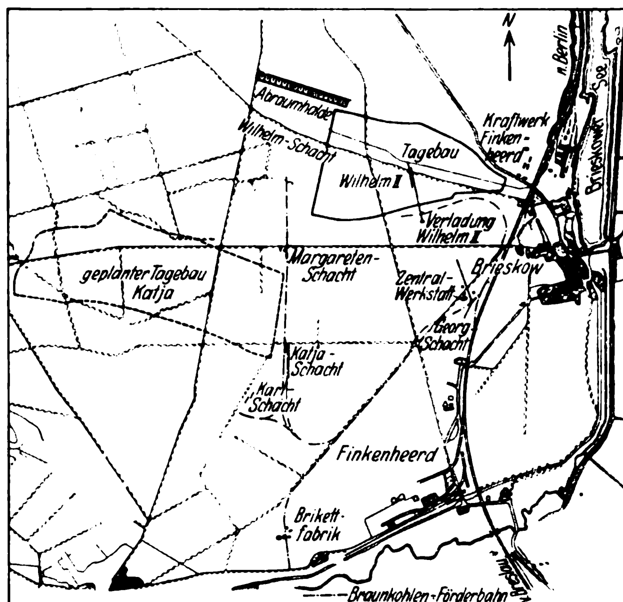


Abb. 2. Lageplan.

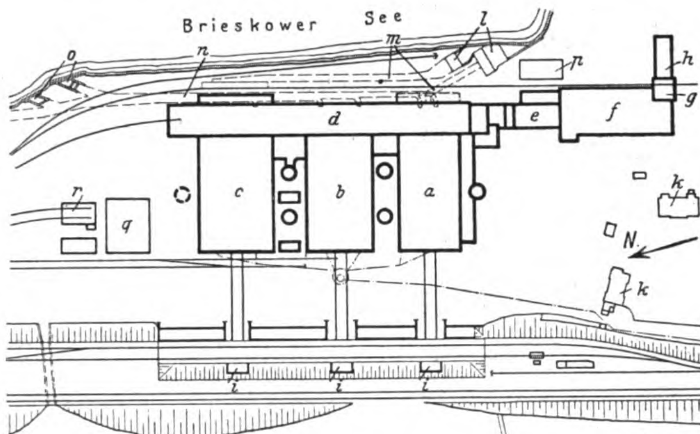
von mehr als 185 ° C Ansinterungen der Asche zu vermeiden, wurden die Rückwände der Verbrennungsräume mit Kühlrohren ausgerüstet (Abb. 4). Um Niederschläge und Verschmutzungen in den Lufterhitzern zu vermeiden, welche die Verbrennungsluft unter die Roste drücken, wird ein Teil der erhitzten Luft zurückgeführt, damit die Lufteintrittstemperatur nicht unter 45 ° sinken kann.

Die Kessel der letzten und vorletzten Ausbaustufe wurden im Interesse weiterer Leistungsteigerung mit Vorrosten ausgerüstet. Diese Vorroste können abgeschaltet werden, um im Bedarfsfalle den Hauptrost bei Kühlung der Roststäbe durch Dampf auch mit Steinkohle beschicken zu können.

Die als Vorschubroste ausgebildeten Hauptroste haben einen Belag, bei dem Gruppen von beweglichen Rost-

[1] Vgl. G. Warrelmann, Z. VDI Bd. 74, S. 709 (1930).

stäben mit Gruppen von feststehenden Roststäben wechseln. Während bei den Feuerungen einschließlich der vorletzten Ausbaustufe die beweglichen Gruppen sich gleichlaufend bewegen, sind bei den Feuerungen der letzten Ausbaustufe die Bewegungen gegenläufig. Hierdurch konnten eine vorteilhaftere Umwälzung des Brennstoffes und eine weitere Steigerung der Leistungsfähigkeit erreicht werden bei gleichzeitiger Verminderung des Neigungswinkels der Hauptroste auf 18° (Abb. 4).



a Kesselhaus 1 (10 Kessel)	*e* 50 kV-Schalthaus	*m* Zuflußkanäle
b Kesselhaus 2 (8 Kessel)	*f* 100 kV-Schalthaus	*n* Ablaufkanal
c Kesselhaus 3 (8 Kessel)	*g* Reparaturturm	*o* Auslaufbauwerke
d Maschinenhalle	*h* Werkstatt	*p* Magazin
	i Brechergebäude	*q* Lagerschuppen
	k Wohnhäuser	*r* Lokomotivschuppen
	l Einlaufbauwerke	

Abb. 3. Anordnung der Gebäude und Kohlenzufuhr.

Die große Elastizität der vorletzten Ausbaustufe in bezug auf schnelle Anpassung an veränderliche Leistung konnte bei der letzten Ausführung noch weiter verbessert werden. Die sog. Breitenleistung konnte auf mehr als 3,750 t Kohle gesteigert werden, während infolge vorteilhafter Durchmischung der Brenngase der Kohlensäuregehalt betriebsmäßig bequem auf 15 ... 16 % gehalten werden kann, ohne daß man nennenswerte Verluste durch Unverbranntes in Kauf zu nehmen braucht.

Die Kessel der ersten Ausbaustufe besitzen eine wasserberührte Heizfläche von 650 m² und 468 m² Vorwärmerfläche und erzeugen bis zu 25 t/h Dampf von 375 °C. Jeder Kessel der vorletzten und letzten Ausbaustufe hat eine wasserberührte Heizfläche von 1350 m² und 1091 bzw. 1196 m² Vorwärmer-Heizfläche und erzeugt bei der vorletzten Ausbaustufe bis zu 83 t/h, bei der letzten Ausbaustufe bis zu 116 t/h Dampf von 40 at und 450 °C. Durch die Erhöhung des Dampfdruckes und der Temperaturen konnte der spezifische Wärmeverbrauch je kWh um 12,5% ermäßigt werden. Von nicht geringerer Bedeutung sind die durch die fortschrittliche Ausgestaltung der Feuerungs- und Kesselanlage erzielten Erfolge in bezug auf W i r k u n g s g r a d und L e i s t u n g s t e i g e r u n g. So konnte der maximale Wirkungsgrad der Kessel von 78 % auf 88 % gehoben werden und die bei den Kesseln des ersten Ausbaues stark gekrümmte Wirkungsgrad-Kennlinie so verflacht werden, daß in dem weiten Belastungsbereich von 15 ... 75 t der Wirkungsgrad nicht unter 85 % sinkt. Abb. 5 stellt die Wirkungsgradkurve auf Grund kürzlicher Messungen des Dampfkesselüberwachungsvereins dar. Die Leistung je Kesseleinheit, die bei den Kesseln des ersten Ausbaues 4750 kW erreichte, konnte bei dem Kessel der letzten Ausbaustufe auf mehr als 25 000 kW gesteigert werden. Sowohl Wirkungsgrad als auch Leistung dürften die günstigsten Ergebnisse darstellen, die bisher bei Kesseln mit Rohbraunkohlen-Rostfeuerung überhaupt erreicht wurden.

Die Betriebserfahrungen haben zu Klagen über zu geringe Speicherfähigkeit der Hochdruckkessel keinen Anlaß gegeben. Der Verschleiß an Roststäben und Kesselmauerwerk stellt sich allerdings höher als bei feststehenden Mulden- oder Treppenrosten; das gefährliche Spucken ist aber weniger zu befürchten als bei Mitteldruckkesseln. Die Mehrkosten in der Anlage von Hochdruckkesseln sind gegenüber der Gesamtanlage so gering, daß sie praktisch vernachlässigt werden können. Da z. Zt. nichts auf eine wesentliche Verkürzung der Lebensdauer der Hochdruckanlagen deutet, so steht dem Minderaufwand an Brennstoffkosten kein nennenswerter Mehraufwand an Kapitalkosten und sonstigen Ausgaben gegenüber.

Jedes Kesselhaus ist zwecks örtlicher Überwachung des Betriebes mit einer W a r t e versehen; außerdem ist eine Zentralüberwachung der wärmetechnischen Vorgänge eingerichtet. Die Kommandos für einzelne Verrichtungen der Kesselwärter werden durch Lichtsignale vermittelt. Schlacke und Asche wandern aus den Aschentrichtern im Spülverfahren zur Aschenhalde bzw. zum ausgekohlten Teil des

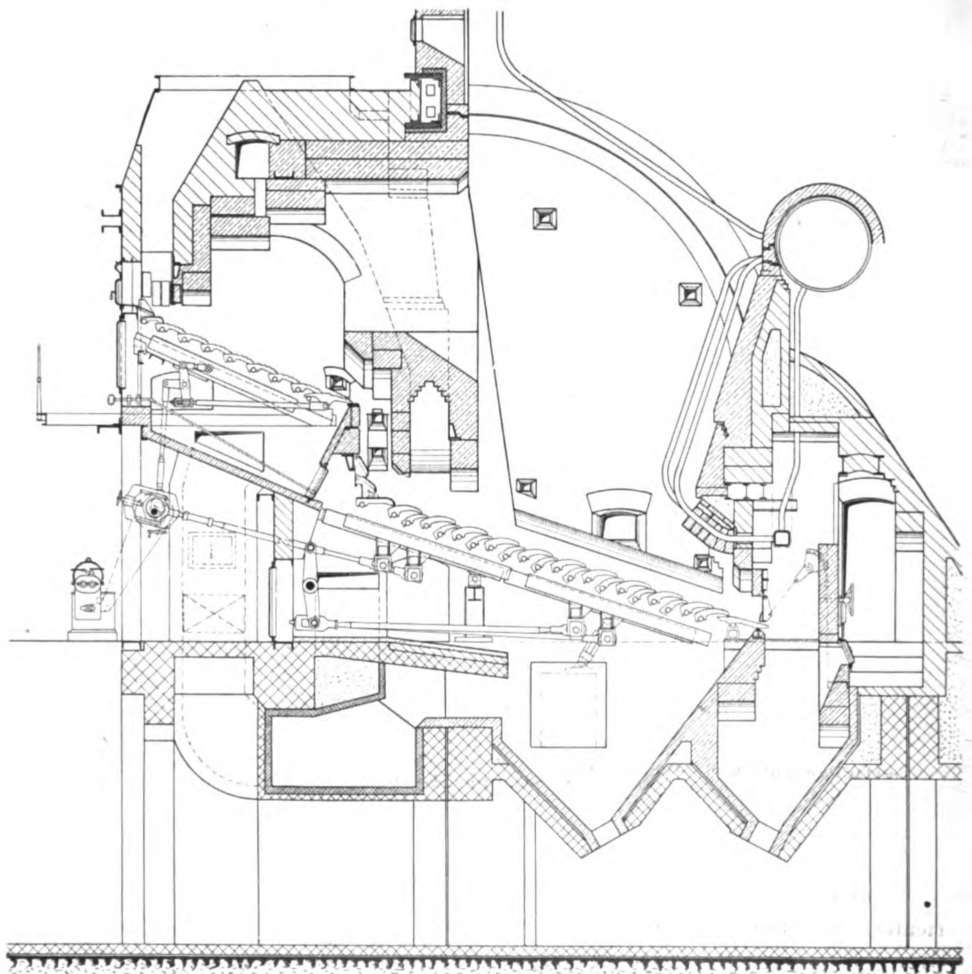


Abb. 4. Mechanisch betriebener Doppelvorschubrost eines Braunkohlenkessels.

Tagebaues der Gruben, u. zw. hat man für die Kesselhäuser 2 und 3 die Anlage so vervollkommnet, daß sich Verschlüsse für die Schlacken- und Aschenbunker erübrigen.

Die Maschinenhalle (Abb. 6) ist 16 m breit und 167,5 m lang; die Maschinen sind so aufgestellt, daß ihre Achsen alle in einer geraden Linie liegen. Während die ersten beiden Turbinen je 16 000 kW maximale Leistung bei 3000 U/min aufweisen, ist die Leistung für die beiden folgenden Maschinen doppelt so hoch. Turbine 5 hat eine Dauerhöchstleistung von 40 000 kW, Turbine 6 eine solche von 50 000 kW bei 1500 U/min. Die Turbinen sind zwecks Entnahme von Dampf zum Vorwärmen des Speisewassers mit Anzapfungen versehen. Die Kondensation wird elektrisch betrieben; zur Reserve laufen aber Hilfsdampfturbinen in

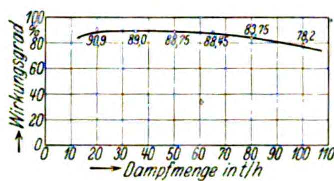
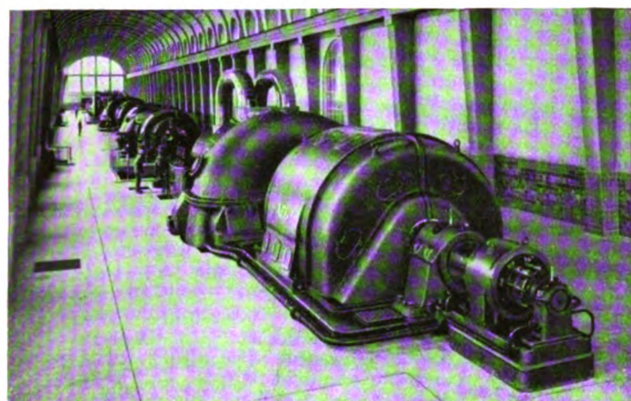


Abb. 5. Kurve des Kesselwirkungsgrades.


Abb. 6. Blick in die Maschinenhalle.

der Luftleere mit. Während die Kesselspeisepumpen der alten Mitteldruckanlage Dampfantrieb haben, hat man in der Hochdruckanlage teilweise Elektromotoren vorgesehen. Jeder Stromerzeuger ist mit dem zugehörigen Transformator für 6000/55 000 V bzw. 6000/110 000 V unmittelbar verbunden. Der Strom für Eigenbedarf wird an den Generatorklemmen abgenommen. Am Ende der Maschinenhalle, zwischen dieser und den 50 kV- und 100 kV-Schalthäusern, befindet sich der Kommandoraum der Schaltanlage. Die 6 kV-Schaltanlage und Hauptverteilung für den Eigenbedarf liegt in den beiden Geschossen unterhalb der Warte. Für die Eigenbedarfs-50 kV- und 100 kV-Schaltanlage wurde das Zellensystem gewählt.



Abb. 7. Hochspannungsnetz des MEW.

Abb. 7 zeigt das an das Kraftwerk angeschlossene Hochspannungsnetz des MEW, das u. a. die Metallindustrie in Hennigsdorf und Eberswalde, die chemische Industrie in Oranienburg, die märkische Textilindustrie in der Gegend von Guben und Sorau, die optische Industrie in Rathenow, die Ziegelindustrie in Zehdenick und Herzfelde, die Zementindustrie in Kalkberge versorgt. Wie man aus der Abbildung ersieht, sind auch Teile von Pommern, Mecklenburg und Niederschlesien angeschlossen; Stichleitungen führen sogar ins Hannoversche (Bleckede) und in die Grenzmark. Das Versorgungsgebiet umfaßt eine Fläche von 51 000 km². W. Kraska.

Graphische Stromwandlerberechnung.

Von Dr.-Ing. **Wilhelm Fleischhauer**, Berlin.

Übersicht. Aus den früher besprochenen Kurven[1] wird eine neue graphische Darstellung $B = f(n)$ entwickelt, die speziell der schnellen Berechnung der „Überstromziffer“ n und ähnlichen Aufgaben dienen soll. An einem Beispiel wird die Verwendung erläutert. — Die Anwendbarkeit der „Graphischen Stromwandlerberechnung“ bei Herstellung der Wandlerkerne aus verschiedenartigen Eisenlegierungen wird besprochen und ein Weg zur Vermeidung der jedesmaligen Aufzeichnung der Kurven für jede Blechart gezeigt.

Für solche Stromwandler, die für den Anschluß von Selektivschutzrelais bestimmt sind, ist vor allem ihr Verhalten bei Überstrom maßgebend, da ja die Tätigkeit der Relais meistens erst dann beginnt, wenn der Nennstrom der Wandler überschritten ist. Von den „Relaiswandlern“ muß daher im Gegensatz zu den „Meßwandlern“ verlangt werden, daß sie im Strombereiche zwischen Nennstrom und größtem Netz-Kurzschlußstrom eine gute Überstrom-Fehlerkurve aufweisen, damit das zuverlässige Arbeiten der Relais nicht beeinträchtigt wird.

Als Maßstab für das charakteristische Verhalten eines Stromwandlers im Überstromgebiet kann die sog. „Überstromziffer“ n gelten, die in den Regeln für Wandler R.E.W./1932[2] definiert ist als „das Vielfache des Nenn-Primärstromes, bei dem bei Nennbürde ohne Rücksicht auf den Leistungsfaktor der Stromfehler 10 % ist“. Ist die Überstromziffer eines Stromwandlers für Nennbürde bekannt, so kann, wenn die tatsächliche Bürde und ihr $\cos \varphi$ ins Verhältnis zur Nennbürde und zu dem zu n gehörigen $\cos \varphi$ gebracht wird, eine Entscheidung über die Eignung des Wandlers für den Anschluß des in Aussicht genommenen Relais getroffen werden, obwohl ein Punkt an sich zur Festlegung der gesamten Überstrom-Fehlerkurve nicht genügt. Denn die Stromfehler eines Wandlers sind, über einen bestimmten Bereich betrachtet, teils positiv, teils negativ[3]. Da jedoch das Schild des Wandlers außer dem n noch die Klasse und damit die Fehlergrenzen für Bürden bis zur Nennbürde hinauf angibt, so ist auch der Stromfehler bei Nennstrom eingegrenzt, wodurch wiederum ein Maß für den größten Plus-Stromfehler (bei $\mu = \max$) der Kennlinie erhalten wird, so daß tatsächlich die „Überstromziffer“ 3 Punkte festlegt und dadurch den ungefähren Verlauf der Überstrom-Kennlinien von Relaiswandlern genügend genau angibt[4].

Die Berechnung der „Überstromziffer“ konnte mit den uns bekannten Zwiebelschnittkurven (Abb. 1 entspricht Diagramm 2a der Dissertation) in der einfachsten Weise so erfolgen, daß die für den betreffenden Fall errechnete B/aw_2-Kurve (ohne jede Berücksichtigung der Verringerung der Impedanz eisenhaltiger Relais mit wachsendem Strom einerseits und eines bestimmten Leistungsfaktors der Bürde anderseits) mit der unter 45°

[1] a) Dissertation T. H. Berlin 1930. Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 10, S. 98 (1931). b) ETZ 1931, S. 1257 (Auszug).
[2] ETZ 1931, S. 1285.
[3] Vgl. Bild 8/9 der Hauptabhandlung in den Wiss. Veröff. Siemens-Konz. 1931.
[4] Bei Wandlern kleiner AW-Zahl und großer Belastung (B/aw_2 groß!) bestimmt oft der positive Fehler die Überstromziffer, was selten beachtet wird.

geneigten 10 %-Fehlerlinie zum Schnitt gebracht und der Abszissenwert $aw_{1_{10\%}}$ bestimmt wurde. Der Quotient aus $aw_{1_{10\%}}$ zu $aw_{1\,\mathrm{Nenn}}$ ergibt die „Überstromziffer" n. Selbstverständlich läßt Abb. 1 auch zu, das Vielfache des Nennstromes zu ermitteln, bis zu dem der Fehler 5 %, 2 % o. dgl. bleibt, wenn man die Schnittpunkte mit den entsprechenden Fehlerlinien feststellt[5]. (Bei kleinen Fehlern bzw. großen B/aw_2 muß auf den positiven Fehler mit geachtet werden, vgl. Fußnoten 4 und 6).

Abb. 1. Diagramm zur Ermittlung der Ströme und Fehler. (Die Kurven gelten für $\varphi_0 - \psi_2 = 0$.)

Abb. 2. Ermittlung der Überstromziffer n.

Wenn man nun umgekehrt, etwa bedingt durch die Kurzschlußverhältnisse in der Anlage, von einem Stromwandler die Einhaltung einer ganz bestimmten „Überstromziffer" verlangen muß, dann muß man die Wandlerdaten entsprechend wählen oder die Bürde so festlegen, daß der Wandler die gewünschte Kennziffer erhält. Solche oder ähnliche Aufgaben lassen sich mittels Abb. 1 schwieriger lösen. Daher wurde aus den Daten von Abb. 1 eine neue graphische Darstellung entwickelt, die auf die Kenntnis der gesamten Überstrom-Fehlerkurve gewollt verzichtet, dafür aber sofort die „Überstromziffer" oder allgemein das Vielfache des Nennstromes für gegebene Bürde und einen bestimmten Höchstfehlerwert bzw. die für vorgeschriebenes n und verlangte Genauigkeit zulässige Bürde angeben kann.

In Abb. 2 sind die aus Abb. 1 nach ganz bestimmten Gesichtspunkten ermittelten Zahlen in der Darstellung

$$B = f\,(n)\ \begin{pmatrix} f_i = \text{konst.} = 2 \ldots 10\% \\ aw_1 = \text{konst.} = 10 \end{pmatrix}$$

aufgetragen[6]. Da sich für jedes $aw_1 = AW_1/l_m$ vier besondere Kurven gleichen Charakters aber verschiedener Lage ergeben, deren gemeinsame Aufzeichnung Schwierigkeiten bereitet, wurden nur die vier Kurven für $aw_1 = 10$ dargestellt und der Einfluß der von 10 abweichenden AW.-Zahl durch einen sog. AW.-Maßstab berücksichtigt. Bei $aw_1 > 10$ muß man sich die Fehlerkurven um ein am AW.-Maßstab abzugreifendes Stück parallel nach oben verschoben denken, bei $aw_1 < 10$ in gleicher Weise nach unten.

Die Rechnungsweise mit den Kurven von Abb. 2, die erkennen lassen, daß nur die Größe von B_{normal} für die Genauigkeit innerhalb eines bestimmten Strombereiches bestimmend ist, sei an einem Beispiel erklärt:

Beispiel. — Gegeben: der Stromwandler mit seinen Daten, wie z. B.

$$AW_1 = 1500,\quad \ddot{u}_{\mathrm{Nenn}} = \frac{150}{5}\,\mathrm{A},\quad w_1 = 10,\quad w_2 = 298,$$

$$r_{2_i} = 0{,}423\,\Omega,\quad \omega\lambda_2 = 0{,}93\,\Omega,\quad Z_{2_i} = 1{,}02\,\Omega,$$

$$Q_e = 21{,}6\ \mathrm{cm}^2,\quad l_m = 49\ \mathrm{cm}^{*7}.$$

Zur Berechnung der Überstromziffer n wird die Induktion B für z. B. 2,4 Ω induktiver Bürde berechnet, wobei $AW_2 \approx AW_1$ gesetzt wird. Man erhält:

$$B = \frac{Z_2\,I_2^2 \cdot 10^8}{4{,}44\,V\,Q_e\,AW_2} = \frac{(2{,}4 + 1{,}02)\cdot 5^2 \cdot 10^8}{4{,}44 \cdot 50 \cdot 21{,}6 \cdot 1500} \approx 1190\ \mathrm{G}^{*8}$$

$$aw_1 = \frac{AW_1}{l_m} = \frac{1500}{49} = 30{,}6.$$

Der AW.-Maßstab fordert eine geringe Parallelverschiebung der Kurven nach oben, und man erhält mit $B = 1190$ und der 10 %-Fehlerkurve eine „Überstromziffer" n von rd. 18. Bestimmt man den Schnittpunkt mit der „verschobenen" 5 %-Kurve, dann erhält man $n' = 15$ usw. Wenn nun z. B. die zulässige Bürde bestimmt werden soll, bei der der Fehler bis zum 25fachen Nennstrom kleiner als 10 % bzw. 5 % bleibt, dann errichtet man in $n = 25$ eine Ordinate und bestimmt im Schnittpunkt mit der „verschobenen" 10 %-Kurve den Wert $B = 900$ G (für 5 % Fehler ergibt sich $B = 760$ G). Nunmehr wird die Impedanz Z_2 berechnet zu:

$$Z_2 = \frac{4{,}44\,V\,Q_e\,AW_2\,B}{I_2^2 \cdot 10^8} = 2{,}6\,\Omega\ (2{,}2\,\Omega \text{ für } B = 760\ \mathrm{G}).$$

Hieraus folgen die zulässigen Bürden

$$Z_{2a} = 2{,}6 - 1{,}02 \approx 1{,}6\,\Omega \text{ für } 10\% \text{ Fehler und}$$
$$Z_{2a} = 2{,}2 - 1{,}02 \approx 1{,}2\,\Omega\ \text{„}\ \ 5\%\ \ \text{„}\ .$$

Der Stromwandler kann also mit 1,6 Ω bzw. 1,2 Ω belastet werden, ohne daß der Fehler bis zum 25fachen Nennstrom über ± 10 % bzw. ± 5 % anwächst. —

In dem Zahlenbeispiel wurde ein bestimmter $\cos\varphi$ der Bürde nicht berücksichtigt, vielmehr Phasengleichheit der Ströme und somit Gleichheit der Winkel φ_0 und ψ_2 vorausgesetzt. Wir müssen uns nun daran erinnern, daß früher in den Rechnungen mit den Kurven von Abb. 1 der Einfluß des Bürden-Leistungsfaktors durch den von 1 abweichenden Wert für $\cos(\varphi_0 - \psi_2)$ ausgedrückt wurde[9]. Es mußte die Gleichung:

$$aw_2 = aw_1 \cos\delta - aw_0 \cos(\varphi_0 - \psi_2) \text{ statt } aw_2 = aw_1 - aw_0$$

$$\text{und } f_{aw} = \frac{aw_0 \cos(\varphi_0 - \psi_2)}{aw_1 \cos\delta} \text{ statt } aw_0/aw_1$$

angesetzt werden, wobei φ_0 aus der Magnetisierungskurve mittels aw_0 gefunden und ψ_2 aus den Daten des Wandlers und der Bürde berechnet werden konnte[10]. Übertragen in Abb. 2 kann man jetzt annäherungsweise mit einem fiktiven Wert $B\cos(\varphi_0 - \psi_2)$ statt B rechnen, um dem Bürden-Leistungsfaktor Rechnung zu tragen. Da hierbei die Annahme gemacht wurde, daß B mit aw_0 linear veränderlich ist, kann das Ergebnis der Rechnung nur als guter Anhalt gewertet werden. Eine zahlenmäßige Kontrolle ergibt jedoch zufriedenstellende Resultate. —

In der Schlußbetrachtung der Hauptabhandlung wurden Untersuchungen mit dem Ziel in Aussicht gestellt, die Diagramme der „Graphischen Stromwandlerberechnung" auch bei abweichenden magnetischen Eigenschaften des Wandlereisens von der Ausgangs-Magnetisierungskurve nutzbar zu machen, ohne die Diagrammkurven für jede Magnetisierungskurve neu entwerfen zu müssen. Dabei wurde an eine Umrechnung oder an eine Überführung der zugrunde liegenden Magnetisierungskurve in eine beliebige andere gedacht. Dies macht jedoch Schwierigkeiten. Zweckmäßig ist es in solchen Fällen, wo selbst die Verzeichnung einer oder zweier Diagrammblätter (denn eine Anzahl Kurvenblätter diente doch lediglich zum Verständnis und zur Veranschaulichung des magnetisch-elektrischen Verhaltens) zu zeitraubend erscheint, die Methode der „Graphischen Stromwandlerberechnung" auf den vorliegenden Einzelfall zu beschränken, d. h. die mittels der Grundelemente B/aw_2, $(B\,aw_2)$ und aw_0/aw_1 gefundenen Zahlen, ohne sie in einem allgemeingültigen Diagrammblatt festzuhalten, direkt zu verwerten. Was also früher für die beliebigsten Aufgaben im voraus rechnerisch oder graphisch zum Zwecke der Gewinnung aller Diagrammdaten unter Benutzung nur einer bestimmten Magnetisierungskurve allgemein gemacht wurde[11], wird jetzt, u. zw. graphisch, mit dem Ziel der direkten Lösung der gerade gestellten Aufgabe ausgeführt, wobei völlige Freiheit bezgl. der anzuwendenden Magnetisierungskurve besteht.

Abb. 3 deutet den graphischen Weg solcher direkten Rechnungen an, wenn man sich erinnert, daß $(B\,aw_2)$ proportional der Leistung gleich Inhalt des Rechtecks, B/aw_2 proportional dem sekundären Scheinwiderstand

---

[5] Bei Berücksichtigung des $\cos\varphi$ der Bürde entspr. Abschnitt III und IV der Dissertation muß auf die Änderung der B/aw_2-Werte mit aw_1 infolge Änderung von φ_0 mit B geachtet werden.

[6] Die Windungszahl-Abgleichung ist schon berücksichtigt, daher f_i statt f_{aw}. Außerdem ist auf den Plusfehler acht gegeben (vgl. Fußnote 4). n bedeutet allgemein das Vielfache des Primärnennstromes.

*[7] Dem Beispiel liegt derselbe Wandler wie in der Hauptabhandlung zugrunde, damit Vergleiche gezogen werden können.

*[8] Bei kleinen aw_1 muß der Unterschied zwischen AW_2 und AW_1 in der Formel berücksichtigt werden.

[9] Siehe Abschn. III und IV der Dissertation.

[10] Wenn man Diagramm 2a der Dissertation durch eine Kurve $\varphi_0 = f\,(aw_0)$ und durch einen Umrechnungsmaßstab für $\cos(\varphi_0 - \psi_2)$ ergänzt, wie es in Abb. 1 getan ist, lassen sich die Fehlerberechnungen von S. 118/19 der Dissertation ohne Zuhilfenahme von Ergänzungskurven mit Abb. 1 allein ausführen. Als Ordinate gilt $aw_0 \cos(\varphi_0 - \psi_2)$ statt aw_0; Abb. 1 gibt, wenn man die aus aw_0 berechneten Werte $aw_0 \cdot \cos$ wieder rückwärts einträgt, direkt den AW.-Fehler und die gesamte Fehlerkurve wie bei den früheren einfachen Rechnungen ohne Berücksichtigung des $\cos\varphi$. Diese Tatsache verdient wegen der erzielten erhöhten Übersichtlichkeit besondere Beachtung.

[11] Vgl. S. 104/6 der Dissertation und Bild 7 dort.

gleich tg γ und aw_0/aw_1 = tg α = Übersetzungsfehler bedeuten. Man berechnet also z. B. bei einer Fehlerberechnung den Wert B/aw_2 = tg γ wie früher und zieht unter ∢ γ den Widerstandsstrahl in aw_{1n}, $\frac{1}{2}aw_{1n}$, $2aw_{1n}$.... Man gewinnt aus den verschiedenen zur Wahl stehenden Magnetisierungskurven verschiedene Werte aw_0 und aw_0/aw_1, so daß die Stromfehler bekannt werden bzw. bei vorgeschriebenen Fehlern die entsprechende Blechsorte bestimmt wird. Die maximale Leistung kann durch die Subtangentenkonstruktion[12] ermittelt werden; die „Überstromziffer" n dadurch, daß für aw_0/aw_1 = 10% (oder 13,5%, wenn der Normalfehler von —3,5 % durch Abgleichung korrigiert wird) die gestrichelten Linien unter ∢ α entsprechend einer Reihe angenommener Punkte auf den Magnetisierungskurven gezeichnet werden. Dort, wo sich der Widerstandsvektor B/aw_2 eines Punktes mit dem 10 %-Fehlerstrahl des entsprechenden Punktes auf der x-Achse treffen (Punkt B), ist dasjenige aw_1, bei dem der Fehler 10% erreicht. $aw_{1\,10\%}/aw_1$ ergibt dann die gesuchte Überstromziffer n, z. B. 2,0. — Umgekehrt kann man für ein gewolltes n die zugehörige Magnetisierungskurve finden usw. In ähnlicher Weise lassen sich alle früher an den Diagrammen erläuterten Rechnungen ausführen, wobei natürlich auf die Übersichtlichkeit und Allgemeinheit, die die im voraus in den Diagrammen allgemein verankerten Werte ausdrücken, verzichtet wird. Diese Einzelrechnungen sollen ja auch nur in Sonderfällen, wo sich die Aufzeichnung der Diagramme für die betreffende Magnetisierungskurve nicht lohnt, ausgeführt werden.

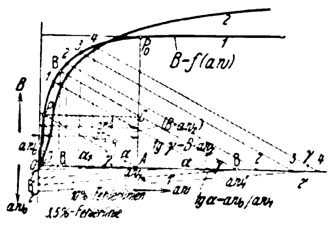


Abb. 3. Graphische Rechnung mittels B/aw_2 und $B \cdot aw_2$.

Die vorstehenden Ergänzungen und Hinweise können nur im Zusammenhang mit der „Graphischen Stromwandlerberechnung"[13] gewertet werden, deren Kenntnis vorausgesetzt werden mußte.

[12] Vgl. Abb. 14 auf S. 110 der Dissertation.

[13] Vgl. Fußnote 1.

Beitrag zur Ermittlung der Betriebsverluste in elektrischen Anlagen.

Von Reichsbahnrat B. **Boehm**, Muldenstein, und Reg.-Baumeister a. D. C. **Lampe**, Friedrichshafen.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß infolge der Zähler- und Wandlerfehler aus Zählerangaben brauchbare Schlüsse auf die Betriebsverluste in elektrischen Anlagen vielfach nicht gezogen werden können. Die theoretische Ermittlung der mittleren Tagesverluste wird an einem Beispiel aus dem Vollbahnbetrieb erläutert. Für die Berechnung der mittleren Jahresverluste wird ein einfaches Verfahren angegeben und an Hand eines weiteren Beispiels aus dem Vollbahnbetrieb erläutert.

I. Ermittlung aus Zählerangaben.

Die Tatsache, daß in unseren weitverzweigten Stromverteilungs- und -erzeugungsanlagen 20 % der elektrischen Durchgangsarbeit und mehr verloren gehen, macht es lohnend, sich über die Einzelwerte dieser Verluste Klarheit zu verschaffen. Aus solchen Beobachtungen werden sich vielfach für die Betriebsführung und für Neubestellungen wertvolle Schlüsse ziehen lassen.

Nun ist aber eine einigermaßen genaue Errechnung der Betriebsverluste nicht so einfach, wie man zunächst annehmen möchte. Zähleranlagen großer Genauigkeit sind bei hohen Spannungen sehr teuer. Um eine Aufteilung der Betriebsverluste in die Einzelwerte vorzunehmen, sind daher meistens nicht genügend derartige Anlagen vorhanden. Aber selbst wo sie vorhanden sind, führt die einfache Differenzbildung oft zu gänzlich falschen Ergebnissen, wie aus Nachstehendem hervorgeht.

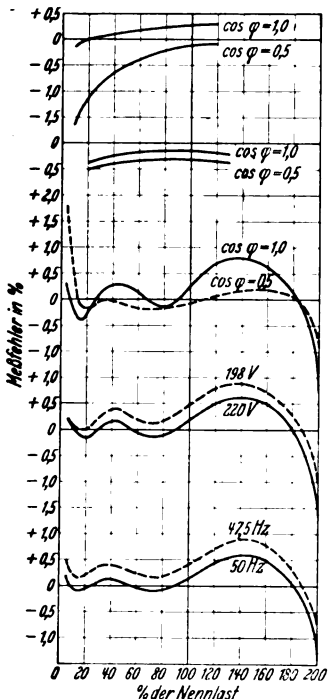


Abb. 1. Fehlerkurven guter Wandler und Zähler.

In Abb. 1 sind Fehlerkurven guter Wandler und Zähler in Abhängigkeit von den verschiedenen schwankenden Betriebsfaktoren dargestellt. Es läßt sich leicht übersehen, daß beim Zusammentreffen mehrerer Fehler die Gesamtabweichung leicht 1 % und mehr erreichen kann. Das gilt insbesondere, wenn die Art der Belastung ein häufiges Spiel im Gebiet der geringen und der Überlast zur Folge hat. Im Mittel wird man daher auch bei sehr guten Zähleranlagen mit insgesamt 0,5 ... 1 % Fehler zu rechnen haben. Bei schlechteren Anlagen werden 2 % und mehr nicht selten sein. Da die Verluste in Maschinen und Transformatoren meistens in der Größenordnung von 2 %, die Leitungsverluste bei 5 ... 15 % liegen, bringt ihre Errechnung aus den Zählerangaben im ersten Falle Fehler bis 100 %, im zweiten Falle von 15 ... 40 % mit sich.

II. Beispiel einer zeichnerischen Ermittlung für den Tagesmittelwert.

Aus vorstehenden Gründen wird man oft gezwungen sein, die Verluste theoretisch zu bestimmen. Um hierbei möglichst genaue Werte zu erzielen, empfiehlt es sich, nicht die Garantiewerte der Lieferfirmen für die Maschinen und Transformatoren, sondern die meist nicht unerheblich günstiger liegenden Prüffeldwerte zugrunde zu legen. Bei nahezu konstanter Last ergibt sich dann mit dem linearen Mittelwert des Stromes eine sehr einfache Rechnung. Bei stark schwankender Last ergibt diese Rechnung aber, wie nachstehend ersichtlich, bei Vollbahn-Lastkurven Fehler von etwa 7 ... 13 %. Um zu genauen Werten zu gelangen, müssen die Lastschwankungen in geeigneter Weise berücksichtigt werden.

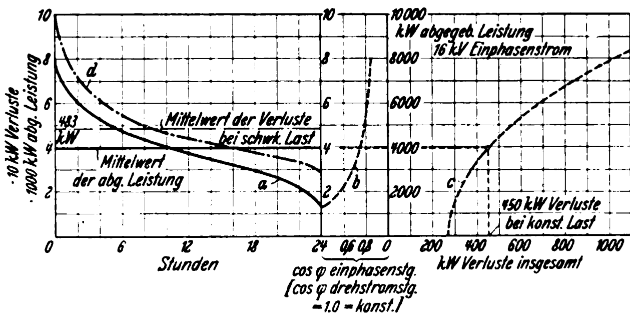


Abb. 2. Umformerverluste bei Vollbahnlast.

In Abb. 2 sind z. B. die Umformerverluste im Tagesmittel bei einer typischen Vollbahn-Lastkurve zeichnerisch ermittelt. Ausgangspunkt ist das „geordnete Diagramm[1]" (a) der Tageslast des betreffenden Umformerwerkes, die cos φ-Kurve (b) des Umformerwerkes auf der Einphasenseite in Abhängigkeit von der Belastung und die Umformerverluste (c) in Abhängigkeit von der abgegebenen Einphasenleistung und dem oben genannten cos φ. Nach Ermittlung der mittleren Leistung sind in der Verlustkurve ohne weiteres 450 kW bei Betrieb mit konstanter Last abzulesen. Durch punktweise Bestimmung ergibt

[1] Vgl. Klingenberg, Der Bau großer Elektrizitätswerke

sich anderseits die geordnete Verlustkurve (*d*) und durch Planimetrierung der Mittelwert von 483 kW. Damit ist zunächst nur über den einzelnen Tag für die betreffende Lastkurve etwas Bestimmtes ausgesagt. Von Bedeutung ist aber meistens der Jahresmittelwert. Um ihn möglichst rasch und bequem errechnen zu können, haben wir nachstehend beschriebenes Verfahren angewendet, das vielleicht auch an anderer Stelle mit Nutzen verwendet wird. Es gilt für die Ermittlung der Kupferverluste und dient demgemäß in erster Linie zur Bestimmung der Leitungsverluste. Es kann jedoch auch zur Ermittlung von Maschinen- und Transformatorenverlusten verwendet werden, da die Eisen- und Reibungsverluste meistens mit ausreichender Genauigkeit als konstant angenommen werden können.

III. Entwicklung eines Verfahrens zur Ermittlung von Jahresmittelwerten.

A.

Verwendete Begriffe und Bezeichnungen.

a) Der lineare Mittelwerte der Stromstärke i über die Zeit t ist

$$\overline{I} = \frac{1}{t}\int_0^t i\,dt, \tag{1}$$

b) der quadratische Mittelwert der Stromstärke i über die Zeit t

$$\overline{\overline{I}} = \sqrt{\frac{1}{t}\int_0^t i^2\,dt}, \tag{2}$$

c) der „Formfaktor" der Stromkurve, definiert als das Verhältnis des quadratischen zum linearen Mittelwert der Stromstärke

$$f = \frac{\overline{\overline{I}}}{\overline{I}}. \tag{3}$$

Dieser „Formfaktor" stellt, ähnlich dem Belastungsfaktor, ein Charakteristikum der Verbrauchskurve dar; ist es gelungen, den Formfaktor zu ermitteln, so läßt sich aus dem meist bekannten linearen der quadratische Mittelwert leicht errechnen.

B.

Bestimmung des Formfaktors.

a) Für einen Tag.

$$\overline{I}_T = \frac{1}{T}\int_0^T i\,dt, \text{ worin } T \text{ die Zeit eines Tages ist,} \tag{4}$$

$$\overline{\overline{I}}_T = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2\,dt} \tag{5}$$

$$f_T = \frac{\overline{\overline{I}}_T}{\overline{I}_T}. \tag{6}$$

Die Stromverlaufskurve wird zu einer „geordneten Kurve" umgezeichnet, d. h. zu einer Kurve gleichen Flächeninhaltes, deren Ordinaten in fallender Reihenfolge geordnet sind. Aus dieser Kurve wird durch Ausplanimetrieren oder durch streifenweise Berechnung der lineare tägliche Mittelwert bestimmt. Zur Bestimmung des quadratischen Mittelwertes $\overline{\overline{I}}_T$ wird aus der geordneten Kurve $i(t)$ durch punktweises Quadrieren die Kurve $i^2(t)$ gebildet, aus der sich der quadratische Mittelwert ergibt. Der tägliche Formfaktor ist dann gleich dem Quotienten. Es sei noch bemerkt, daß es durchaus nicht nötig ist, die Werte $\overline{I}_T$ und $\overline{\overline{I}}_T$ in Ampere zu bestimmen. Da nur der Formfaktor f_T als ihr Quotient gesucht ist, genügt es, die Bestimmung in einem beliebigen, gleichen Maßstab vorzunehmen.

b) Für das gesamte Jahr.

Der jährliche lineare Mittelwert ist formelmäßig:

$$\overline{I}_J = \frac{1}{365\,T}\int_0^{365\,T} i\,dt. \tag{7}$$

Durch Umformung ergibt sich:

$$\overline{I}_J = \frac{1}{365}\int_0^{365}\frac{1}{T}\int_0^T i\,dt = \frac{1}{365}\sum_0^{365}\overline{I}_T. \tag{8}$$

Ein verständliches Ergebnis: Der jährliche lineare Mittelwert ist gleich dem arithmetischen Mittel der täglichen linearen Mittelwerte.

Ebenso ergibt sich der jährliche quadratische Mittelwert zu

$$\overline{\overline{I}}_J = \sqrt{\frac{1}{365\,T}\int_0^{365\,T} i^2\,dt} = \sqrt{\frac{1}{365}\sum_0^{365}\overline{\overline{I}}_T^2}. \tag{9}$$

Außerdem ist ähnlich Gl. (6) für den jährlichen Formfaktor zu setzen:

$$f_J = \frac{\overline{\overline{I}}_J}{\overline{I}_J}. \tag{10}$$

Macht man die vereinfachende Annahme, daß der tägliche Formfaktor annähernd gleich bleibt, so kann man setzen:

$$f_J = \sqrt{\frac{1}{365}\sum_0^{365}\overline{\overline{I}}_T^2} = \sqrt{\frac{f_T^2}{365}\sum_0^{365}\overline{I}_T^2} \tag{11}$$

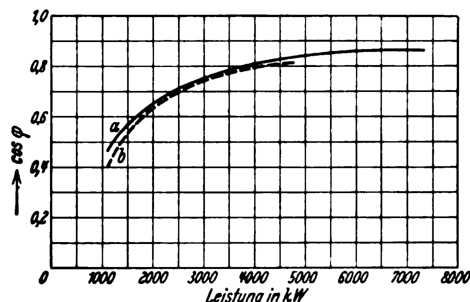
$$f_J = f_T\left[\frac{\sqrt{\frac{1}{365}\sum_0^{365}\overline{I}_T^2}}{\frac{1}{365}\sum_0^{365}\overline{I}_T}\right] \tag{12}$$

$$f_J = f_T\,f_{T_J} \tag{13}$$

worin f_{T_J} gleich dem Klammerinhalt ist, den man als „Formfaktor" der Jahresbelastung dann bezeichnen kann, wenn die Jahresbelastung durch die linearen Tagesmittel ausgedrückt wird.

An der praktischen Durchführung wird die Einfachheit des Verfahrens nachstehend erkenntlich:

Die linearen Tagesmittel erhält man am einfachsten aus den täglichen Zählerablesungen. Trägt man die an 1 Tag abgegebenen Kilowattstunden über der Zeit geordnet auf, so kann direkt der Formfaktor dieser Kurve ermittelt und als f_{T_J} angenommen werden, wenn man die vereinfachende Annahme macht, daß die täglichen Mittelwerte von cos φ und Spannung konstant sind. Das besagt nun nicht etwa, daß cos φ und die Spannung als dauernd konstant angenommen werden, sondern lediglich die täglichen Mittelwerte von cos φ und der Spannung für die einzelnen Tage einander gleich sind — für die Ermittlung der täglichen Formfaktoren sind ja direkt Stromverlaufskurven zugrunde gelegt worden. Für genauere Untersuchungen dürfte diese Annahme für die Spannung ebenfalls zulässig sein, jedoch nicht für den cos φ. Dessen Einfluß wäre folgendermaßen zu berücksichtigen: Die Abhängigkeit des cos φ von der Leistung wird empirisch ermittelt (s. Abb. 3). Aus der Anzahl der abgegebenen Kilowattstunden wird die mittlere Leistung für jeden Tag bestimmt. Zu dieser mittleren Leistung wird aus der Kurve cos φ über der Leistung der zugehörige cos φ entnommen. Den linearen täglichen Mittelwert der Stromstärke erhält man dann durch Division der täglichen Arbeitsabgabe durch den ermittelten cos φ und die Spannung.



a Richtung Wahren *b* Richtung Gommern

Abb. 3. Abhängigkeit des cos φ von der Belastung.

IV. Ableitung eines vereinfachten Verfahrens zur Ermittlung des Formfaktors.

Die geordneten Stromverlaufskurven der Vollbahnnetze in Schlesien und Mitteldeutschland zeigen einen ähnlichen, einfachen Verlauf (s. Abb. 4 u. 5). Es liegt daher

nahe, die Bestimmung des Formfaktors durch Vergleich mit solchen Kurven zu vereinfachen, die sich durch einfache Gleichungen ausdrücken lassen. Im folgenden sind die Formfaktoren mehrerer solcher einfachen Kurven rechnerisch genau bestimmt.

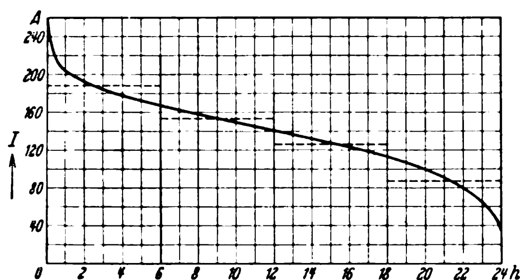


Abb. 4. Geordnete Stromkurve der Vollbahnlast in Schlesien.

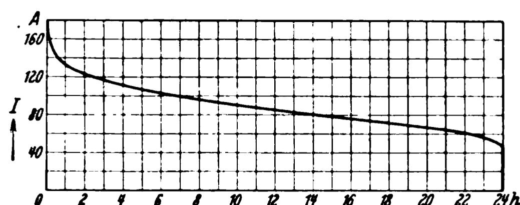


Abb. 5. Geordnete Stromkurve der Vollbahnlast in Mitteldeutschland.

1. Die geneigte Gerade durch den Koordinatennullpunkt.

Glchg. $y = c\,t$;

$$\overline{y} = \frac{c\,t_1}{2}\,;\quad \overline{\overline{y}} = \frac{c\,t_1}{\sqrt{3}}$$

$$f = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1{,}153\,.$$

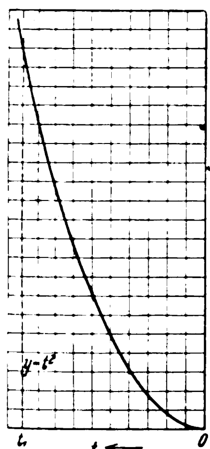


Abb. 6.

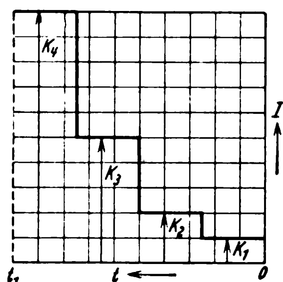


Abb. 7.

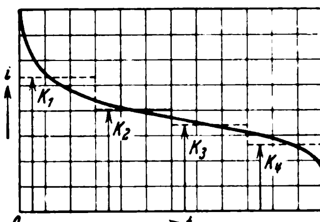


Abb. 8.

2. Die Parabel, deren Scheitelpunkt im Koordinatennullpunkt liegt (s. Abb. 6).

$$\text{Glchg.}\quad y = t^2;\quad \overline{y} = \frac{t_1^2}{3}\,;\quad \overline{\overline{y}} = \frac{t_1^2}{\sqrt{5}}$$

$$f = \frac{3}{\sqrt{5}} = 1{,}342\,;$$

$$\text{Glchg.}\quad y = c\,t^2;\quad \overline{y} = \frac{c\,t_1^2}{3}\,;\quad \overline{\overline{y}} = \frac{c\,t_1^2}{\sqrt{5}}\,.$$

(Kein Einfluß des Faktors auf den Formfaktor.)

3. Die stufenförmige Kurve mit 4 Stufen gleicher Breite (s. Abb. 7).

$$y = K_1 \text{ bzw. } K_2,\ K_3,\ K_4,$$

$$\overline{y} = \frac{1}{2}\,(K_1 + K_2 + K_3 + K_4),$$

$$\overline{\overline{y}} = \frac{1}{2}\,\sqrt{K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2}\,,$$

$$f = 2\sqrt{\frac{K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2}{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}}\,.$$

Diese letzte Kurve läßt sich am bequemsten einer der vorliegenden geordneten Stromkurven vergleichen.

Teilt man die Basis einer solchen Kurve z. B. in vier gleiche Teile (s. Abb. 8) und ermittelt die mittleren Ordinaten für jede Stufe, so erhält man eine stufenförmige Kurve nach Art der oben angeführten und kann den Formfaktor mit Hilfe der angegebenen Formel ohne weiteres errechnen. Der in der Vergleichmäßigung der Kurve zu 4 Stufen mit konstanter Ordinate begründete Fehler ist um so größer, je kleiner die Anzahl der Stufen ist, in die die geordnete Kurve unterteilt wird, und je unregelmäßiger die Kurve verläuft. Er soll im folgenden bestimmt werden. Zu diesem Zweck wird für die eingangs angeführten Beispiele der Formfaktor nach der vereinfachten Methode ermittelt und mit f^1 im Gegensatz zu dem mathematisch streng ermittelten Formfaktor f bezeichnet.

1. Die geneigte Gerade durch den Nullpunkt.
   $f = 1{,}153$, $f^1 = 1{,}144$, Fehler $= 0{,}79\,\%$.
2. Die Parabel mit dem Scheitelpunkt im Nullpunkt.
   $f = 1{,}342$, $f^1 = 1{,}318$, Fehler $= 1{,}82\,\%$.
3. Die stufenförmige Kurve.
   $f = 1{,}191$, $f^1 = 1{,}179$, Fehler $= 1{,}02\,\%$.

Der prozentuale Fehler, der bei der vereinfachten Berechnung entsteht, ist also klein, nimmt aber mit wachsendem Formfaktor zu. Bei raschen Ermittlungen wird man ihn in Kauf nehmen, andernfalls die Stufenzahl entsprechend erhöhen.

Kurz zusammengefaßt ist der Gang der vereinfachten Bestimmung wie folgt:

1. Aufzeichnung der Stromverlaufskurve in geordneter Form.
2. Bestimmung der 4 Ordinaten K_1, K_2, K_3, K_4.
3. Berechnung des Formfaktors f^1 nach der Formel

$$f^1 = 2\sqrt{\frac{K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2}{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}}\,.$$

V. Praktisches Beispiel für die Ermittlung des Jahresmittelwertes.

Von dem Reichsbahn-Kraftwerk Muldenstein werden auf getrennten 60 kV-Fernleitungen die Unterwerke Wahren, Marke und Gommern mit Einphasenstrom versorgt. Der quadratische Jahresmittelwert der Stromstärke auf jeder dieser beiden Leitungen soll als Beispiel der vorstehend angegebenen Methode bestimmt werden, u. zw. für die Dauer des Winterfahrplanes 1929/30, also für die Zeit vom 6. X. 1929 bis 14. V. 1930.

Die Aufgabe zerfällt in die beiden Teile:

1. Bestimmung des täglichen Formfaktors f_T für mehrere Tage und des Mittelwertes aus diesen annähernd gleich großen Werten.

2. Bestimmung des jährlichen Formfaktors der täglichen linearen Mittelwerte f_{T_J}.

Auf die unter IV. genannte Weise werden für mehrere Tage mit kleiner, mittlerer und großer täglicher Stromabgabe die täglichen Formfaktoren für die beiden Unterwerke ermittelt. Das Ergebnis ist in der Zahlentafel 1 dargestellt.

Zahlentafel 1. Zusammenstellung der ermittelten täglichen Formfaktoren.

Leitung Nr.	Datum	Arbeitsabgabe kWh	$\overline{I}_T$ Amp.	$\overline{\overline{I}}_T$ Amp.	$f_T = \frac{\overline{\overline{I}}}{\overline{I}}$
Marke 2 .	16. II. 30	37 600	48,1	49,6	1,031
Marke 2 .	12. II. 30	56 600	63,8	66,1	1,035
Marke 2 .	11. XII. 29	72 500	73,2	75,8	1,037
Wahren 1 .	16. II. 30	60 300	61,8	63,5	1,029
Wahren 1 .	11. XII. 29	104 500	87,0	89,6	1,030
Wahren 1 .	15. XI. 29	105 500	89,1	92,0	1,032

Aus ihr geht hervor, daß die Abweichung der einzelnen täglichen Formfaktoren voneinander so gering ist, daß die der Berechnung zugrunde gelegte Voraussetzung $f_T =$ konst. innerhalb der überhaupt möglichen Genauigkeit erfüllt ist.

Der Charakter der Stromverlaufskurve ist also sowohl bei kleiner wie bei großer täglicher Abgabe derselbe, d. h. eine Belastungszunahme äußert sich vornehmlich in einer allgemeinen prozentualen Erhöhung der einzelnen Ordinaten und nicht in der Zunahme an besonders hohen oder Abnahme an besonders kleinen Ordinaten.

Für die weitere Bestimmung wird f_T entsprechend der mittleren Tagesbelastung aus Zahlentafel 1 entnommen.

Die mittlere Tagesbelastung betrug:

a) für das UW. Wahren 3580 kW, demgemäß $f_T = 1{,}030$
b) für das UW. Marke 2370 kW, demgemäß $f_T = 1{,}035$.

Wie zu erwarten war, besitzt das größere UW. Wahren infolge des besseren Belastungsausgleiches einen kleineren Formfaktor als das UW. Marke.

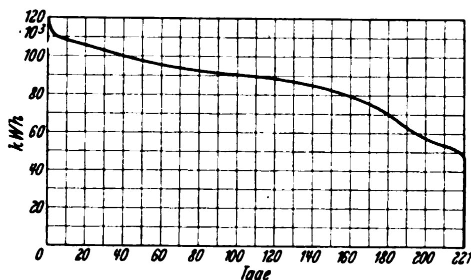


Abb. 9. Geordnete Kurve der täglich abgegebenen Kilowattstunden.

Die geordnete lineare Kurve der Tagesmittel ist in Abb. 9 dargestellt. Aus ihr wird nach dem vereinfachten Verfahren der Formfaktor ermittelt.

a) Wahren $f_{T_J} = 1{,}018$
b) Marke $f_{T_J} = 1{,}026$.

Die zur Bestimmung des jährlichen Formfaktors erforderlichen beiden Faktoren sind somit ermittelt.

Gemäß Gl. (13) ist $f_J = f_T f_{T_J}$.

Also ergibt sich

a) für das UW. Wahren $f_J = 1{,}030 \cdot 1{,}018 = 1{,}049$
b) für das UW. Marke $f_J = 1{,}035 \cdot 1{,}026 = 1{,}062$.

Die Ergebnisse zeigen, daß bei der Berechnung der Verluste mit Hilfe der linearen Mittelwerte der Stromstärke die Fehler betragen würden:

a) für das UW. Wahren rd. 10 %
b) für das UW. Marke rd. 13 %.

Hiermit ist der gesuchte Zusammenhang zwischen dem quadratischen und dem linearen Mittelwert gegeben. Um den quadratischen Mittelwert der Stromstärke der Größe nach in Amp. zu bestimmen, muß noch der lineare Mittelwert der Stromstärke für die angenommene Zeitdauer ermittelt werden. Dies geschieht am besten aus der Summe der in der betreffenden Zeit abgegebenen Kilowattstunden.

Vom 6. X. bis 14. V. wurden abgegeben an

a) UW. Wahren . . . 18 960 000 kWh
b) UW. Marke . . . 12 600 000 kWh.

Die tägliche Durchschnittsleistung beträgt damit

a) für das UW. Wahren 3580 kW
b) für das UW. Marke 2370 kW.

Die Spannung kann konstant angenommen werden zu $U = 60$ kV. Die empirisch ermittelte Abhängigkeit des $\cos\varphi$ von der Leistung ist für die einzelnen Unterwerke in der Abb. 3 dargestellt. Aus diesen Kurven wird der $\cos\varphi$ zu der ermittelten Durchschnittsleistung entnommen.

a) UW. Wahren $\cos\varphi = 0{,}79$
b) UW. Marke $\cos\varphi = 0{,}69$.

Hiermit läßt sich der lineare Mittelwert der Stromstärke bestimmen zu:

a) UW. Wahren $\bar{I}_J = \frac{3580}{60 \cdot 0{,}79} = 75{,}5$ A

b) UW. Marke $\bar{I}_J = \frac{2370}{60 \cdot 0{,}69} = 57{,}3$ A.

Der gesuchte quadratische Mittelwert der Stromstärke ist also

a) UW. Wahren $\bar{\bar{I}}_J = 1{,}049 \cdot 75{,}5 = 79{,}2$ A

b) UW. Marke $\bar{\bar{I}}_J = 1{,}062 \cdot 57{,}3 = 60{,}9$ A.

Verzögerungschaltungen bei Aufnahmen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen*.

(Mitteilung aus dem Hochspannungslaboratorium der T. H. Berlin.)

Von H. Baatz, M. Freundlich und W. Holzer, Berlin.

Übersicht. Es werden Schaltungen beschrieben, mit denen die Vorgangsablenkung bzw. die Zeitablenkung eines Kathodenstrahl-Oszillographen gegenüber dem Zeitpunkt der Auslösung des Zeitkreises durch den Meßvorgang bzw. durch einen willkürlichen Schaltstoß verzögert werden kann. Ein Verzögerungsrelais mit willkürlich einstellbarer Verzögerungszeit wird beschrieben.

1. Einleitung.

Bei Aufnahmen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen wird bekanntlich der Elektronenstrahl, während er durch den an den Vorgangsablenkplatten liegenden Meßvorgang in der Ordinatenrichtung abgelenkt wird, gleichzeitig durch eine an den Zeitablenkplatten liegende, sich stetig ändernde Zeitablenkspannung in der Abszissenrichtung abgelenkt. Die Vorgänge im Zeit- und Meßkreis müssen gleichzeitig ablaufen; die beiden Kreise müssen also bei schnellen Vorgängen elektrisch miteinander gekoppelt[1] sein. In vielen Fällen reicht für eingehende Untersuchungen eine starre Kopplung beider Kreise nicht mehr aus. Man muß dann zwischen die Kreise einen Zwischenkreis mit willkürlich einstellbarer Verzögerungszeit schalten.

Im wesentlichen sind es zwei Gruppen von Meßschaltungen, bei denen sich die Verwendung von Verzögerungskreisen als zweckmäßig erweist. Eine Verzögerung ist e r s t e n s dann erforderlich, wenn infolge der Verzögerungszeit der den Zeitkreis steuernden Schalter (Funkenstrecke, Ionenröhre, Kipprelais[2]) und der Eigenzeit des Strahlsperrkreises[3] der erste und oft wichtigste Teil des Vorganges nicht aufgezeichnet werden würde. Der Meßvorgang, der entweder den Zeitkreisvorgang selbst ausgelöst hat oder mit ihm zusammen durch den gleichen Schaltvorgang ausgelöst wurde, darf infolgedessen erst eine gewisse Zeitspanne nach der Auslösung an die Vorgangsablenkplatten des Kathodenstrahl-Ozillographen gelangen.

Bei dem z w e i t e n Anwendungsgebiet der Verzögerungskreise ist es gerade umgekehrt. Dort wird der Beginn der Bewegung des Elektronenstrahles in der Abszissenrichtung gegenüber dem Zeitpunkt der Auslösung des Zeitkreises verzögert. Eine solche Schaltung wird bei bestimmten Untersuchungen, z. B. bei Wanderwellenmessungen, angewendet, wenn man den ersten Teil des Vorganges unterdrücken will, um einen späteren, mehr interessierenden Teil über die gesamte Oszillogrammlänge auseinanderziehen zu können. Die dadurch mögliche größere Zeitablenkgeschwindigkeit hat verschiedene meßtechnische Vorteile. Mit Rücksicht auf die sich aus den Abmessungen des Kathodenstrahl-Oszillographen ergebende endliche Strichstärke[4] der Niederschrift können schnelle Spannungsänderungen nur dann genau ausgewertet werden, wenn die Niederschrift derselben auf dem Oszillogramm nicht zu steil erfolgt (max. Steilheit rd. 85 °). Das gleiche gilt von hochfrequenten Vorgängen, welche dem Spannungsanstieg bzw. -abfall überlagert sind.

Bei anderen Spezialuntersuchungen, z. B. bei Über- und Durchschlagsmessungen unter Verwendung des Marxschen Stoßgenerators, geht dem zu untersuchenden Vorgange ein Schaltstoß voraus, der den Zeitkreis u. U. bereits auslöst. Da zwischen diesem Schaltstoß und dem Meßvorgang oft eine im Verhältnis zur Dauer des interessierenden Meßvorganges große Zeitspanne liegt, würde ohne eine Verzögerung der Zeitablenkung für den Meßvorgang nur ein kleiner Teil der Oszillogrammlänge zur Verfügung stehen.

Während bei der zweiten Verzögerungschaltung (Verzögerung der Zeitablenkung) Verzögerungszeiten beliebi-

* Eingeg. am 14. XI. 1931.

[1] H. Th. Simon u. M. Reich, Physik. Z. Bd. 2, S. 284 (1901). — L. Mandelstamm, Jb. drahtl. Telegr. Bd. 1, S. 124 (1908). — D. Roschanski, Physik. Z. Bd. 9, S. 627 (1908).

[2] M. Knoll u. M. Freundlich, ETZ 1932, S. 669.

[3] H. Norinder, Tekn. T. (Elektrotechn.) Bd. 55 H. S. 152 (1925). — H. Norinder, Tekn. Medd. fr. kgl. Vattenfallsdyr. Ser. E, Upsala 1927. D. Gabor, Forschungsheft 1 d. Studiengesellsch. f. Höchstspannungsanl. S. 29 u. 55, Berlin 1927. K. Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 19, S. 300 (1928). A. Matthias, M. Knoll u. H. Knoblauch, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 279 (1930). K. Beyerle, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 270 (1931); H. Boeckels, Bd. 25, S. 497 (1931).

[4] E. Ruska, u. M. Knoll, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 289 (1931).

ger Dauer erforderlich sind, treten bei der Verzögerung der Vorgangsablenkung im allgemeinen nur verhältnismäßig kurze Verzögerungszeiten von $10^{-6} \dots 10^{-7}$ s auf, deren Dauer überdies bei einer bestimmten Versuchsapparatur konstant zu bleiben pflegt.

Es stehen zwei Verzögerungsmittel zur Verfügung, deren jeweilige Anwendungsbereiche sich meist mit den beiden genannten Grundverzögerungschaltungen decken. Die Wanderwellenleitung wird vorzugsweise zur Verzögerung der Vorgangsablenkung benutzt, während der Kondensatorkreis in der Hauptsache bei der Verzögerung der Zeitablenkung angewendet wird.

2. Wanderwellenleitungen als Verzögerungsmittel.

Eine elektromagnetische Welle pflanzt sich bekanntlich auf einer Leitung mit der Geschwindigkeit

$$c = \frac{3 \cdot 10^{10}}{\sqrt{\varepsilon \mu}} \text{ cm/s}$$

fort, bei einem Luftleiter, einer Freileitung, somit mit $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm/s und bei einem Kabel im Durchschnitt mit $c = 1{,}5 \cdot 10^{10}$ cm/s. Um eine Verzögerungszeit von 10^{-7} bis 10^{-6} s zu bewirken, braucht man den zu verzögernden Vorgang nur über eine Freileitung[5] von $l = 30 \dots 300$ m oder ein Kabel[6] von $l = 15 \dots 150$ m Länge zu schicken.

Abb. 1a. Verzögerung der Vorgangsablenkung durch eine Wanderwellenleitung (Freileitung).

Bei Untersuchungen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen pflegt man an den Eingangsklemmen k_{e_1} und k_{e_2} ankommende unwillkürliche Vorgänge (Abb. 1a) sofort den Zeitkreis anstoßen zu lassen, sie jedoch erst nach dem Durchlaufen einer Wanderwellenleitung V_k an die Vorgangs-Ablenkplatten VP des Kathodenstrahl-Oszillographen gelangen zu lassen. Der Anstoß des Zeitkreises erfolgt über die Kopplungskapazitäten K (Kondensatoren geringer Kapazität, parallele Leitungen[7] oder Kugelfunkenstrecken[8], deren Überschlagspannung über der zu erwartenden Stoßspannung liegt) auf die Zündfunkenstrecke Fz. Diese Funkenstrecke ist auf die Zeitablenkspannung bis kurz vor der Überschlagspannung vorgespannt und wird durch einen ankommenden Spannungstoß passender Polarität gezündet. Infolgedessen entladet sich die Zeitkapazität Cz über die Widerstände Rz. Die Spannung an den Zeitplatten ändert sich entsprechend der Charakteristik des Entladekreises, welcher meist so bemessen ist, daß der Meßvorgang im geraden Teil der Entladekurve aufgenommen wird. Die Länge der Wanderwellenleitung V_k ist abgestimmt auf die Verzögerungszeit der Zeitkreise, die durch die Überschlagverzögerung der Funkenstrecke Fz und die Eigenzeit eventuell vorhandener Strahlsperrkreise

Abb. 1b. Verzögerung der Vorgangsablenkung durch eine Wanderwellenleitung (Kabel).

bedingt ist. Die Meßplatten des Kathodenstrahl-Oszillographen müssen an die Wanderwellenleitung reflexionsfrei angeschlossen werden. Dies erfolgt durch Parallelschaltung eines Widerstandes Z, dessen Größe dem Wellenwiderstand der Leitung gleich ist. Eine seit Jahren im Hochspannungslaboratorium der T. H. Berlin angewendete besondere Ausführungsform der Schaltung zur Verzögerung des Meßvorganges stellt Abb 1 b dar. Die Auslösung des Zeitkreises erfolgt über ein Elektronenröhren-Kipprelais, welches die Zeitablenkung über eine Elektronenröhre steuert. Als Verzögerungsleitung dient ein Kabel.

Bei willkürlich auslösbaren Meßvorgängen, die man nahe an den Meßplatten erzeugen will, um Verzerrungen durch Zuleitungen zu vermeiden, verzögert man an Stelle des Meßvorganges den diesen auslösenden Schaltstoß. In der Schaltung[9] Abb. 2 löst der Schalter S den Vor-

Abb. 2. Verzögerung der Vorgangsauslösung durch eine Wanderwellenleitung.

gang im Zeitkreis aus und schickt gleichzeitig eine Spannungswelle über die Verzögerungsleitung V_k an die Funkenstrecke F_1. Der Funke an F_1 bringt durch indirekte Zündung die Funkenstrecke F_2 zum Überschlag und löst damit den Meßvorgang aus. An Stelle der indirekten Zündung[10] mittels Doppelfunkenstrecken, deren Kopplung lichtelektrisch bzw. durch Ionenschuß erfolgt, können in dieser Schaltung Dreielektroden-Funkenstrecken[11] verwendet werden. Ebenso könnte die Zündung der Vorgangsfunkenstrecke F_2 durch eine an ihr durch den Schaltstoß bewirkte Spannungsüberhöhung erfolgen. Die Kopplung der beiden Kreise kann hierbei kapazitiv oder induktiv sein.

Zur Entscheidung der Frage, ob als Wanderwellenleitung zur Verzögerung elektrischer Vorgänge Freileitungen oder Kabel verwendet werden sollen, kommen verschiedene Gesichtspunkte in Betracht. Freileitungen haben als Verzögerungsmittel gegenüber Kabeln den Vorzug geringerer Dämpfung. Die Meßvorgänge erfahren also beim Durchlaufen einer Freileitung geringere Verzerrungen als in Kabeln (allerdings sind die Laufwege bei letzteren kürzer). Immerhin gelingt es, durch Verwendung von Spezialkabeln die Dämpfung klein zu halten. (Eine Ausführungsform solcher Kabel mit einer Kupferseele von großem Querschnitt und einem kupfernen Außenmantel wird im Hochspannungslaboratorium der T. H. Berlin seit langem verwendet.) Ferner besteht nach einem Vorschlag von A. Matthias die Möglichkeit der Verwendung von Krarupkabeln. Kabel haben gegenüber Freileitungen den großen Vorzug, daß sie wegen der halb so großen Wanderwellengeschwindigkeit nur halb so lang zu sein brauchen. Ferner können sie leicht zusammengerollt werden und beanspruchen deshalb weniger Raum.

Wegen der erforderlichen Länge der Verzögerungsleitungen ist es nur in Ausnahmefällen möglich, Wanderwellenleitungen für Verzögerungszeiten von mehr als 10^{-6} s zu verwenden. Der Raumbedarf und die Kosten solcher Leitungen werden sonst zu groß. Ebenso steigt bei längeren Freileitungen die Möglichkeit einer Fremdbeeinflussung. Für größere Verzögerungszeiten kommt also nur das zweitgenannte Verzögerungsmittel, der Kondensatorkreis, in Betracht.

3. Kondensatorkreise als Verzögerungsmittel.

Kondensatorkreise, welche aus einer Kapazität Cv (Abb. 3a und 3b) bestehen, welche über einen ohmschen oder induktiven Widerstand auf- bzw. entladen wird, werden schon lange[12] besonders in der Ballistik als Verzögerungsmittel verwendet. An den zur Zeitverzögerung dienenden Kondensatorkreis wird eine rechteckförmige Spannungswelle gelegt, die durch die drei bekannten Schaltmittel (Funkenstrecke, Ionenröhre und Elektronen-Kipprelais) ausgelöst werden kann. Durch die an dem Kondensator Cv sich nach der Kondensator-Ladecharakteri-

[5] A. Dufour, Oscillographe Cathodique, Paris 1923. R. Rüdenberg, DRP. 429 926 (1924). W. Rogowski u. E. Flegler, DRP. 433 427 (1925); Arch. Elektrotechn. Bd. 14, S. 529 (1925), Bd. 18, S. 479 (1927). W. Krug, ETZ 1929, S. 685; 1930, S. 605; Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 49, S. 233 (1931); Dissert. T. H. Dresden 1930.

[6] D. Gabor, wie Fußnote 3. A. Matthias, Elektrotechnik Bd. 5, S. 445 (1927). W. G. Roman u. E. R. Whitehead, Electr. Wld., N. Y., Bd. 96, S. 730 (1930).

[7] Har. Müller, Arch. Elektrotechn. Bd. 15, S. 97 (1925). W. Rogowski, Arch. Elektrotechn. Bd. 21, S. 647 (1929). W. Rogowski, O. Wolff u. H. Schäffer, Arch. Elektrotechn. Bd. 23, S. 707 (1930).

[8] McEachron u. V. E. Goodwin, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 48, S. 374 (1929). H. Heyne, Arch. Elektrotechn. Bd. 24, S. 469 (1930).

[9] W. Rogowski, Arch. Elektrotechn. Bd 15, S. 297; Auszug: ETZ 1926, S. 1363. W. Krug, wie Fußnote 5.

[10] Diese Erscheinung wurde zuerst von H. Hertz beobachtet. Zitiert nach C. Fröhmer, Diss. T. H. Dresden, S. 15 (1930). — W. Schilling u. Lenz, ETZ 1930, S. 1138.

[11] Q. Majorana-Catatahrano u. A. Fontana, Rivista d'artigl. e. gen. Bd. 1, S. 106 (1896). B. Glatzel, Elektr. Methoden der Momentphotographie, S. 17; Braunschweig 1915. Harrington u. Opsahl, Electr. J. Bd. 24, S. 384; ETZ 1928, S. 798. O. Ackermann, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 285 (1930). F. D. Fielder, Electr. J. Bd. 28, S. 161 (1931). L. B. Snoddy u. J. C. Street, Gen. electr. Rev. Bd. 34, S. 258 (1931). H. Boeckels, wie Fußnote 3. S. Franck, Meßentladungsstrecken, S. 46; Berlin 1931.

[12] A. Töpler, Poggendorfs Ann. Bd. 127, S. 556 (1866); Ostwalds Klassiker d. ex. Naturw. Nr. 158. E. Mach, Ber. Wiener Akad. Abt. 2a, Bd. 92, S. 625 (1885). B. Glatzel, wie Fußnote 11, S. 21 u. S. 42. F. Braun, Jb. drahtl. Telegr. Bd. 1, S. 1 (1907).

stik ändernde Spannung wird an einem zweiten Schaltmittel die Spannung allmählich erhöht. Sobald der Schwellwert des zweiten Schaltmittels erreicht wird, spricht es an und gibt eine rechteckförmige Spannungswelle auf den Zeitkreis.

In Abb. 3a wird die Rechteckwelle für den Verzögerungskreis durch die Funkenstrecke F_V erzeugt, die vom Vorgang über die Kopplungskondensatoren K_1 angestoßen wird. Die Entladung von C_V über R_V und F_V erhöht allmählich die Spannung an der Funkenstrecke F_V und bringt diese nach erreichter Überschlagspannung zum Zünden. Damit wird die Zeitablenkung ausgelöst. In ähnlicher Weise arbeitet die Schaltung Abb. 3b. Die Funkenstrecken der vorigen Schaltung F_V und F_Z wurden durch die Ionenröhren Gl_1 und Gl_2 ersetzt. Die Steuerung des Zeitkreises erfolgt in bekannter Weise durch eine Elektronenröhre.

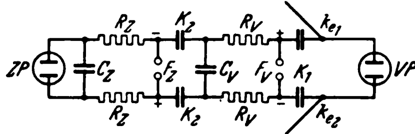


Abb. 3a. Verzögerung der Zeitablenkung durch einen Kondensatorkreis (2 Funkenstrecken).

Abb. 3b. Verzögerung der Zeitablenkung durch einen Kondensatorkreis (2 Glimmstrecken).

Zur Auslösung der Zeitkreise eignen sich bei größeren Verzögerungszeiten Funkenstrecken und Ionenröhren nicht, da sie bei langsamer Erhöhung ihrer Spannung nur ungenau ansprechen. Bei ersteren erfolgt, sofern man nicht intensive Bestrahlung[13] anwendet, der Durchbruch bei langsamen Spannungsanstiegen unreproduzierbar. Bei Ionenröhren zeigen sich im wesentlichen die gleichen Erscheinungen[14]. In der Schaltung der Abb. 4 wurde daher als Schaltmittel zur Steuerung des Zeitkreises ein Kipprelais verwendet. Zur Auslösung des Verzögerungskreises dient in dieser Schaltung die Dreielektroden-Funkenstrecke F_V, die sowohl auf positive als auch auf negative Spannungstöße anspricht.

Abb. 4. Verzögerung der Zeitablenkung durch einen Kondensatorkreis (Schaltung mit Dreielektroden-Funkenstrecke und Kipprelais).

Obwohl dieser Verzögerungskreis seine allgemeine Brauchbarkeit erwiesen hat, erfüllt er doch nicht alle an ihn gestellten Forderungen. Insbesondere erschien es wünschenswert, die Dreielektroden-Funkenstrecke durch ein anderes Schaltelement zu ersetzen. Der Anwendungsbereich von Dreielektroden-Funkenstrecken ist nach unten hin mit etwa 4000 V beschränkt. Zur Erzielung einer verläßlichen Zündung bedarf es daher auch verhältnismäßig hoher Stoßspannungen. Außerdem sind Funkenstrecken der Verschmutzung bzw. dem Abbrand ausgesetzt und bedürfen deshalb einer Wartung. Diese Schwierigkeiten kommen in Fortfall, wenn man auch an dieser Stelle ein Elektronenröhren-Kipprelais verwendet. Ein solches Gerät spricht gegebenenfalls bereits auf Spannungstöße von ± 1 V an und arbeitet zuverlässig und reproduzierbar. Nach diesem Gesichtspunkt wurden in unserem Institute Verzögerungsrelais zu Betriebsgeräten entwickelt.

[13] S. Franck, wie Fußnote 11, S. 60.
[14] S. Franck, wie Fußnote 11, S. 99.

4. Beschreibung eines ausgeführten Verzögerungsrelais.

Abb. 5 zeigt die Schaltung eines Gerätes. Die Röhren *1*, *2* und *3* mit den Anodenwiderständen R_1 und R_2, den Gitterkondensatoren C_1, C_2 und C_3, dem Stoßkondensator C_{st} und den Gitterladewiderständen[15] stellen ein sowohl auf positive als auch auf negative Stöße ansprechendes Kipprelais dar[16]. Durch das Kippen des Relais infolge eines

Abb. 5. Schaltbild des Verzögerungsrelais.

an die Eingangsklemmen k_{e_1} und k_{e_2} gelangenden Spannungsstoßes wird die Gitterspannung der Verzögerungsröhre *4* von dem Wert 0 auf einen so hohen negativen Spannungswert gesteuert, daß die Röhre gesperrt wird. Infolgedessen hört der Anodenstrom i_{a_4} auf zu fließen, und der Spannungsabfall $i_{a_4} R_4$ fällt fort. Der Kondensator C_V ladet sich über R_4 von dem Potential $U - i_{a_4} R_4$ auf das Potential U (+ 260 V) auf. Die entsprechend der Aufladecharakteristik mit der Zeitkonstanten $T_v = R_4\, C_V$ steigende Spannung von C_V wirkt über den Gitterkondensator C_3' auf das Gitter der Röhre *3'* (positive Kippröhre) des Kipprelais *2*, das nach Erreichung eines bestimmten Schwellwertes schnell kippt. Innerhalb der Kippzeit des Relais wird dann das Gitter der Zeitablenkröhre umgesteuert und die Zeitablenkung damit in Gang gesetzt.

Abb. 6. Rückansicht des Verzögerungsrelais.

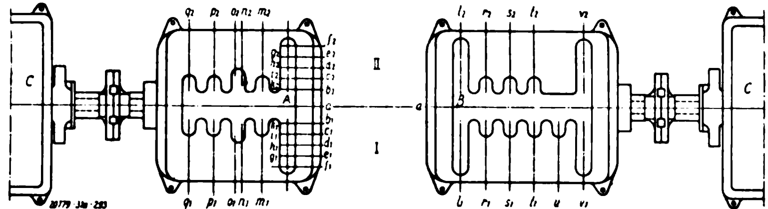
Die Einregelung der Verzögerungszeit des Gerätes erfolgt durch Veränderung der Gitterspannung der Röhre *4*, des Widerstandes R_4 und der Kapazität C_V (Drehkondensator). Abb. 6 stellt die Rückansicht eines Verzögerungsrelais dar, welches als Zusatzgerät zu einem vorhandenen Kipprelais mit Zeitablenkröhren das Kipprelais *1* und die Verzögerungsröhre *4* enthält. Das Relais, dessen Verzögerungszeit zwischen den Werten 10^{-6} und 10^{-2} s beliebig einstellbar ist, hat sich bei Untersuchungen bewährt.

Zum Schlusse danken wir Herrn Prof. A. Matthias sowie der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen für die Ermöglichung der Versuche und die Bereitstellung der Mittel.

[15] Bei Verwendung der üblichen Kipprelais mit kurzer Verzögerungszeit empfiehlt es sich bei dieser Anwendungsart, die Gitterbatterien B_1, B_2, B_1', B_2', B_Z isoliert aufzustellen, da die Zeitkonstanten der Gitterkondensatoren mit ihren Aufladewiderständen für große Verzögerungszeiten möglicherweise nicht ausreichen. Man kann jedoch evtl. durch Wahl großer Gitterkondensatoren die Zeitkonstanten groß machen und kann dann mit einer einzigen Batterie auskommen.
[16] Vgl. Fußnote [2].

Steuerung von Hochofen-Begichtungsanlagen mit Kippkübeln.

Die mit Kippkübeln arbeitenden Hochofen-Schrägaufzüge der Demag[1] sind doppeltrümig, also mit zwei Bahnen auf der Schrägbrücke für zwei Kippkübel ausgeführt. Die hinteren Räder der Kübel haben zwei Spurkränze, von denen die inneren auf dem Brückengleis laufen und die äußeren gegen Hubende auf die außerhalb dieser Gleise angebrachten, kreisförmig gebogenen und nach oben gehenden Schienen auffahren und dadurch das Kippen herbeiführen. Die Bunkeranlage ist durch eine Wand in zwei Taschenreihen geteilt. Die beiden unmittelbar vor dem Schräggerüst und symmetrisch zu ihm liegenden Taschen der dem Hochofen zugewandten Reihe sind für Koks, alle übrigen für Erz und Zuschläge bestimmt. Über den Bunkerreihen sind Zufuhrgleise für Eisenbahn- oder Verteilwagen oder auch Förderbänder für das Einbringen der Rohstoffe vorgesehen. Die Ausläufe der Taschen im Möllerwagenkanal unter der Bunkertrennwand sind als Schlitze ausgebildet, die je nach Länge der Taschen durch vier bis sechs nebeneinanderliegende Verschlüsse abgesperrt werden. Sämtliche Verschlüsse sind dem Möllerwagengleis zugewandt und können mit Hilfe des Möllerwagens geöffnet und geschlossen werden.



Die Beizahlen der Bezeichnungen (*a*, *b* usw.) beziehen sich auf die einzelnen Kippkübel, Beizahl 1, Auslage der Hebel gegen den Führer zu, auf Kippkübel I und Beizahl 2, Auslage der Hebel nach vorne, auf Kippkübel II. Die Schlitze *A* und *B* der beiden Steuerböcke gelten für den Regelbetrieb, die anderen für Einzelbetätigung nach Lampentafel. *C* Schaltwalzen. Stellungen der Steuerhebel bei Regelbetrieb: *a* Mittellage, *b* einflußlos auf Bewegungsvorgang, *c* Öffnen des Klappenverschlusses des Meßgefäßes, hierauf Füllen des Aufzugkübels mit Grobkoks, *d* Abschluß der Meßgefäßklappe, *e* Anlauf des Rollenrostes, *f* Anlauf des Bandverschlusses, Absieben des Kokses und Beschickung des Meßgefäßes, Stillsetzung des Bandverschlusses, *h* Stillsetzung des Rollenrostes, *i* ohne Bewegungsvorgang, *k* Aufwärtsbewegen, Kippen und Abwärtsbewegen des Feinkokskübels.

Dem Ingangsetzen des Aufzuges durch den rechten Steuerbock folgen selbsttätig: l_1 Fahrt des Kippkübels I, Drehen des Aufnahmezylinders, Senken und Heben der Oberglocke, l_2 Fahrt des Kippkübels II, Drehen des Aufnahmezylinders, Senken und Heben der Oberglocke, Heben der Sondenstangen, Senken und Heben der Unterglocke, Senken der Sondenstangen.

Stellungen der Steuerhebel bei Einzelbetrieb: *m* Öffnen und Schließen des Meßgefäßes, *n* Anlassen und Stillsetzen des Rollenrostes, *o* Anlassen und Stillsetzen des Bandverschlusses, *p* und *q* Auf- und Abwärtsfahrt des Feinkokskübels, r_2 und r_1 Senken und Heben der Unterglocke, s_1 und s_2 Heben und Senken der Sondenstangen, t_2 und t_1 Senken und Heben der Oberglocke, *u* Ein- und Ausschalten des Trichterdrehwerks, v_1 Aufwärtsfahrt des Kübels I, Abwärtsfahrt des Kübels II, v_2 Aufwärtsfahrt des Kübels II, Abwärtsfahrt des Kübels I.

Abb. 1. Steuerschema bei Erz- und Koksbegichtung.

Die Steuerung ist entweder als Zwei-Mann- oder Ein-Mann-Steuerung durchgebildet. Bei einer mit Zwei-Mann-Steuerung ausgeführten Anlage ist der Führerstand des Aufzuges nicht, wie früher üblich, in das Windenhaus verlegt, sondern in den Raum zwischen den beiden Koksbunkern. Er liegt ungefähr in gleicher Höhe mit der Steuerbühne des Möllerwagens, so daß die Bedienungsleute sich nötigenfalls leicht verständigen können. Außerdem ist im Maschinenhaus, unmittelbar neben der Aufzugwinde, noch ein Notschalter vorgesehen, der nur in besonderen Fällen, z. B. bei Ausbesserungen, bei Auflegen von neuen Seilen usw. benutzt wird. Der eine Führer bedient nur den Möllerwagen und der andere im Steuerhaus unter den Koksbunkern alle übrigen Triebwerke des Aufzuges. Im Führerhaus (Abb. 2) sind zwei Steuerböcke (Abb. 1) vorgesehen, von denen der eine zur rechten Hand des Führers für die Steuerung des Schrägaufzuges, der Gichtglocken, des Trichterdrehwerks und der Sondenwinde, und der andere zur linken Hand für die Koksbeschickung, also den Bandverschluß, die Absiebvorrichtung, das Meßgefäß und den Feinkoksaufzug dient. Die Steuerung des Aufzuges erfolgt normalerweise durch Vor- und Rückwärtsbewegen der beiden Steuerhebel in den nach dem Führer zu gelegenen langen Schlitzen der Steuerböcke. Die Auslage des rechten Steuerhebels in die Endstellungen veranlaßt die Kippkübelfahrt und gleichzeitig auch die Bewegungen der Gichtapparate in zwangläufiger Reihenfolge. Durch den linken Steuerhebel werden nacheinander die Kontakte für die einzelnen Vorgänge bei der Koksbeschickung geschlossen bzw. unterbrochen.

In Ausnahmefällen, beispielsweise bei etwaigen Betriebstörungen oder bei Abweichungen von der regelmäßigen Beschickung, u. a. bei Aufgabe von sperrigem Schrott statt Erz, wird die Einzelsteuerung angewandt, bei welcher die Steuerhebel zuerst seitlich und dann nach vorne oder hinten ausgelegt werden.

Eine dem Aufzugführer gut sichtbare Lampentafel gibt in bekannter Weise Aufschluß über jeden wichtigen Vorgang, wie jede einzelne Kübelkippung innerhalb eines Gichtsatzes, den jeweiligen Drehwinkel des Aufnahmezylinders getrennt für selbsttätigen und Handbetrieb, die Stellungen der beiden Gichtglocken, die Füllstellungen der Haupt- und Feinkokskübel und schließlich die Gichtguthöhen im Ofen. Zwischen Standort des Möllerwagens am Aufzug, Führerhaus, Maschinenhaus und Gichtbühne sind Klingelleitungen und Sprachrohre vorgesehen. Die Zahl der Spiele beträgt normal 15 Koks- und 15 Erzfahrten, maximal je 20 Fahrten.

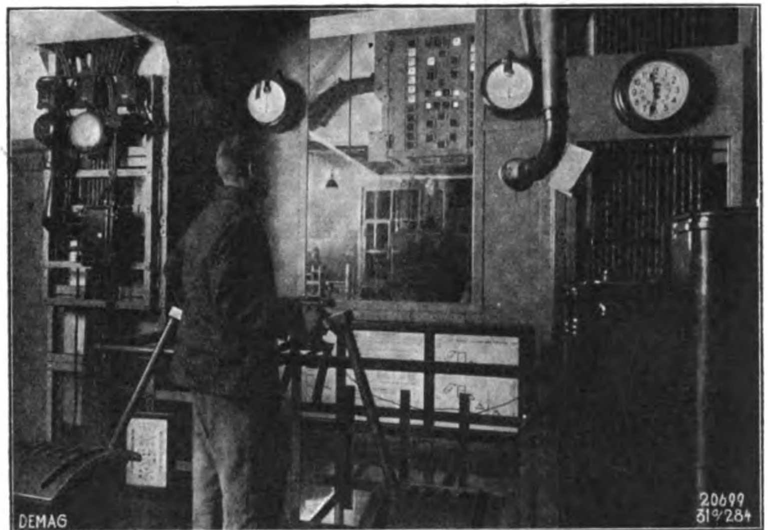


Abb. 2. Hauptführerstand unter den Kokstaschen.

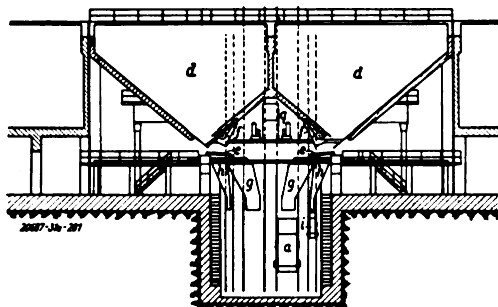
Bei einer mit Ein-Mann- und Zwei-Mann-Steuerung ausgeführten Anlage ist der Führerstand zwischen den beiden Koksbunkern ebenfalls vorhanden, dient jedoch nur als Hilfsführerstand. Die Steuerung des Aufzuges erfolgt gewöhnlich vom Führerstande des Möllerwagens aus. Die in Abb. 3 dargestellte Anlage arbeitet in folgender Weise: Nachdem das Erz von dem am Aufzug haltenden Möllerwagen in einen der beiden Kippkübel, z. B. Kübel I,

[1] Demag-Nachr. 1931, S. 17.

geschüttet ist, betätigt der Wagenführer einen auf der festen Steuerbühne aufgestellten, jedoch von dem Möllerwagen aus gut zugänglichen Schalter, der den Aufzug und die Gichtapparate für die vorherige Schüttung, eine Koksladung des Kübels II, in Bewegung setzt. Nach Füllen des Kippkübels II mit Erz wird in der gleichen Weise die nächste Fahrt des Aufzuges eingeleitet und durch eine weitere Schaltung die Beschickung des Kübels I mit Koks vorbereitet. Hierauf fährt der Wagenführer mit dem Möllerwagen unter die Bunker, um den nächsten Möller zusammenzustellen. Nachdem der Kübel I die untere Haltestelle erreicht hat, wickeln sich die durch die dritte Schaltung vorbereiteten Arbeitsvorgänge für die Koksbeschickung selbsttätig ab, nämlich:

Zeichenerklärung:

a	Kippkübel	*i*	Feinkokskübel	*o*	Feinkokswinden
b	Möllerwagen	*k*	Feinkoksbunker	*p*	Trichterdrehwerk
c	Erzbunker	*l*	Hauptwinde	*q*	Hilfsführerstand
d	Koksbunker	*m*	Leonard-Umformer	*r*	Führerstand auf Möllerwagen
e	Walzenroste	*n*	Gichtglockenzylinder		
f	Ersatzrutschen				
g	Meßgefäße				
h	Feinkoksrutschen				



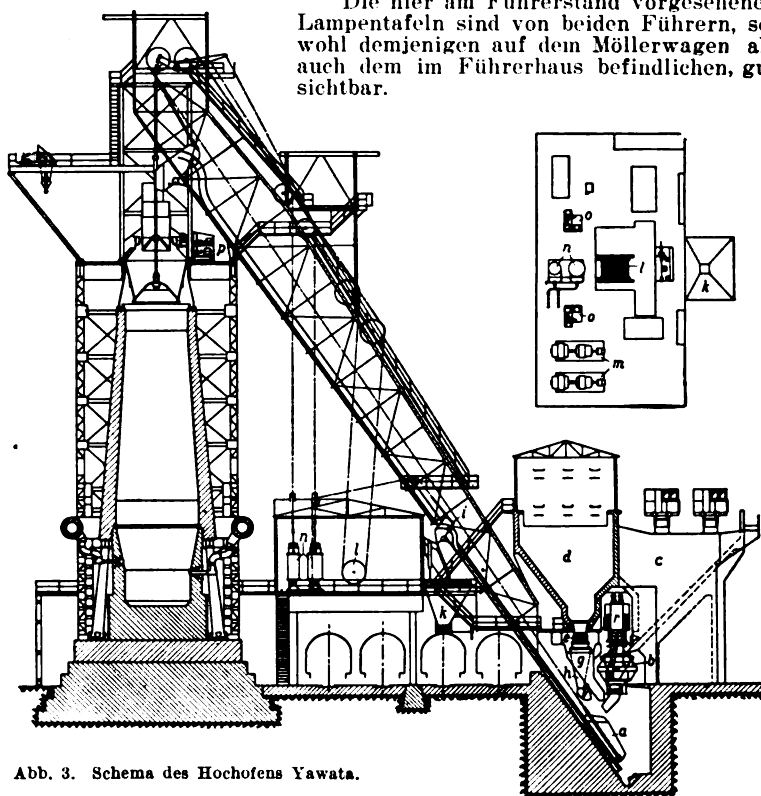


Abb. 3. Schema des Hochofens Yawata.

1. Öffnen der Klappe des Koksmeßgefäßes, Entleeren des Kokses in den darunter haltenden Aufzugskübel I, Schließen der Klappe.
2. Anlassen des Walzenrostes durch die Kokswaage, Absieben des Kokses und erneutes Füllen des Koksmeßgefäßes.
3. Stillsetzen des Walzenrostes durch die Waage bei gefülltem Meßgefäß.
4. Aufwärtsfahrt, Entleeren und Abwärtsfahrt des Feinkokskübels.
5. Gleichzeitig mit den Vorgängen 2, 3 und 4 erfolgt die Aufwärtsfahrt des Kokskübels I.
6. Drehung des Aufnahmezylinders des Gichtverschlusses.
7. Senken und Heben der Oberglocke. Da ein Gichtsatz in der Regel aus je zwei Erz- und Koksfahrten besteht und nach jeder zweiten Schüttung die Unterglocke und die Sondenstangen bewegt werden, kommen für den nächsten wieder mit Koks gefüllten Kippkübel II zu den Vorgängen 1 ... 7 noch hinzu:
8. Heben der Sondenstangen.
9. Senken und Heben der Unterglocke.
10. Senken der Sondenstangen.

Die hier am Führerstand vorgesehenen Lampentafeln sind von beiden Führern, sowohl demjenigen auf dem Möllerwagen als auch dem im Führerhaus befindlichen, gut sichtbar.

Der Hochofen dieser Anlage hat eine Tagesleistung von 700 t. Das Fassungsvermögen eines Kübels beträgt 7,4 m³, die Kokslast 2,5 t und die Erzlast 6 t. Für die augenblickliche Leistung des Hochofens werden stündlich je 15 Erz- und Koksfahrten, zusammen 30 Fahrten, ausgeführt. Die Geschwindigkeiten sind jedoch so bemessen, daß die doppelte Leistung, also insgesamt 60 Fahrten/h möglich sind.

Es wird in jeder Minute eine Fahrt ausgeführt, der Aufzug erledigt jetzt zwei Erz- und Koksfahrten hintereinander, wozu vier Minuten benötigt werden; alsdann bleibt er die gleiche Zeit in Ruhe.

Das Maschinenhaus enthält die Hauptaufzugwinde, den Betriebs- und Reserveumformer zum Umformen des Netzstromes von 3300 V, 25 Hz, in Gleichstrom von 230 V für die beiden Windenantriebswerke, zwei Gichtglockenzylinder, die beiden Feinkokswinden und die Schaltanlage.

fi

Wirk-, Blind- und Scheinleistung in elektrischen Stromkreisen mit nichtsinusförmigem Verlauf von Strom und Spannung*.

Von Prof. Dr.-Ing. S. Fryze, Lwów (Lemberg).

(*Schluß von Seite 627.*)

Ergebnisse, Formelübersicht und Beispiele.

Die wichtigsten Ergebnisse vorliegender Arbeit lassen sich auf folgende Weise zusammenstellen:

1. Der Leistungsfaktor λ erreicht seinen Höchstwert, die Einheit, nur dann, wenn der Strom in jedem Augenblick der Spannung proportional ist. In allen anderen Fällen muß der Leistungsfaktor kleiner werden.
2. Es wird die Spannung (der Strom) in zwei Komponenten zerlegt, von denen die Wirkkomponente den Kleinstwert der Spannung (des Stromes) darstellt, der zur Speisung des Verbrauchers bei gegebener Leistung P_w und dem Strom I (der Spannung U) nötig ist.
3. Aus dieser Zerlegung folgen die quadratischen Spannungs-, Strom- und Leistungsgleichungen in derselben Form wie für sinusoidal veränderliche Wechselströme.
4. Es wird der physikalische Inhalt der Zerlegung angegeben und die Folgen der Existenz der Blindelemente werden besprochen.
5. Es wird die allgemeinste Definition der Blindleistung angegeben und ihre Unabhängigkeit von der pendelnden Energie bewiesen.
6. Es wird ein Beispiel für das Auftreten der Blindleistung in einem Gleichstromnetz angegeben.
7. Es wird auf die Unnötigkeit der harmonischen Analyse zur Ermittlung der Blindleistung hingewiesen.
8. Es werden die Begriffe Wirk-, Blind- und Scheinwiderstand auf nichtsinusoidale Stromkreise ausgedehnt und die Bedeutung des cos φ daselbst erklärt.

* Nach einem Vortrag im Polnischen Elektrotechnischen Verein in Lwów (Lemberg). Sonder-Abdrucke werden vom „AEF“ in beschränkter Anzahl besorgt.

Zahlentafel 1 (zum 1. Beispiel).

Nr.	Funktion	T: I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Wert
1	U_t	— 6	— 7	+ 3	+ 5	+ 2	— 8	— 6	— 4	+ 2	+ 5	
2	U_t^2	+36	+49	+ 9	+25	+ 4	+64	+36	+16	+ 4	+25	$U^2 = 26{,}8$ $U = \sqrt{26{,}8} = 5{,}17687$ V
3	I_t	+ 3	— 2	+ 2	+ 1	— 1	— 5	— 7	— 8	+ 4	+ 5	
4	I_t^2	+ 9	+ 4	+ 4	+ 1	+ 1	+25	+49	+64	+16	+25	$I^2 = 19{,}8$ $I = \sqrt{19{,}8} = 4{,}44071$ A
5	P_t	—18	+14	+ 6	+ 5	— 2	+40	+42	+32	+ 8	+25	$P_w = 15{,}2$ W
6	U_{wt}	+ 2,30303	— 1,53535	+ 1,53535	+ 0,76767	— 0,76767	— 3,83838	— 5,37373	— 6,14141	+ 3,07070	+ 3,83838	$U_{wt} = P_w/I^2 \cdot I_t \approx 0{,}7676767\, I_t$
7	U_{wt}^2	+ 5,30395	+ 2,3573	+ 2,3573	+ 0,58932	+ 0,58932	+14,73316	+28,87697	+37,71692	+ 9,4292	+14,73316	$U_w^2 = 11{,}66866$
8	U_{bt}	— 8,30303	— 5,46465	+ 1,46465	+ 4,23233	+ 2,76767	— 4,16162	— 0,62627	+ 2,14141	— 1,07070	+ 1,16162	$U_{bt} = U_t - U_{wt}$
9	U_{bt}^2	+68,94031	+29,8624	+ 2,1452	+17,91262	+ 7,66	+17,31908	+ 0,39221	+ 4,58563	+ 1,1464	+ 1,34936	$U_b^2 = 15{,}13132$
10	I_{wt}	— 3,40298	— 3,97015	+ 1,70149	+ 2,83582	+ 1,13433	— 4,53731	— 3,40298	— 2,26866	+ 1,13433	+ 2,83582	$I_{wt} = P_w/U^2 \cdot U_t \approx 0{,}5671641\, U_t$
11	I_{wt}^2	+11,58027	+15,76209	+ 2,89507	+ 8,04187	+ 1,28670	+20,58718	+11,58027	+ 5,14682	+ 1,28670	+ 8,04187	$I_w^2 = 8{,}620884$
12	I_{bt}	+ 6,40298	+ 1,97015	+ 0,29851	— 1,83582	— 2,13433	— 0,46269	— 3,59702	— 5,73134	+ 2,86567	+ 2,16418	$I_{bt} = I_t - I_{wt}$
13	I_{bt}^2	+40,99815	+ 3,88149	+ 0,08911	+ 3,37024	+ 4,55536	+ 0,21408	+12,93855	+32,84826	+ 8,21206	+ 4,68368	$I_b^2 = 11{,}179098$
14	P_{wt}^{I}	+ 6,90909	+ 3,07071	+ 3,07071	+ 0,76768	+ 0,76768	+19.19192	+37,61616	+49,13131	+12,28283	+19,19192	P_w^{I} mitt. $\approx 15{,}200001$
15	P_{bt}^{I}	—24,90909	+10,92929	+ 2,92929	+ 4,23232	— 2,76768	+20,80808	+ 4,38384	—17,13131	— 4,28283	+ 5,80808	P_b^{I} mitt. ≈ 0
16	P_{wt}^{II}	+20,41791	+27,79104	+ 5,10448	+14,17910	+ 2,26866	+36,29850	+20,41791	+ 9,07463	+ 2,26866	+14,17910	P_w^{II} mitt. $\approx 15{,}20000$
17	P_{bt}^{II}	—38,41791	—13,79104	+ 0,89552	— 9,17910	— 4,26866	+ 3,70150	+21,58209	+22,92537	+ 5,73134	+10,82090	P_b^{II} mitt. ≈ 0
18	R_t	— 2,0	+ 3,5	+ 1,5	+ 5,0	— 2,0	+ 1,6	+ 0,85714	+ 0,5	+ 0,5	+ 1	
19	R_w^{I}	+ 0,76767	+ 0,767675	+ 0,767675	+ 0,76767	+ 0,76767	+ 0,767676	+ 0,767675	+ 0,767676	+ 0,767675	+ 0,767676	$R_w = U_{wt}/I_t \approx 0{,}76767\ \Omega$
20	R_{bt}^{I}	— 2,767676	+ 2,732325	+ 0,732325	+ 4,23233	— 2,76767	+ 0,832324	+ 0,089467	— 0,267676	— 0,267675	+ 0,232324	
21	G_t	— 0,5	+ 0,285714	+ 0,666666	+ 0,2	— 0,5	+ 0,625	+ 1,16666	+ 2,0	+ 2,0	+ 1	
22	G_w^{II}	+ 0,567163	+ 0,567164	+ 0,567163	+ 0,567164	+ 0,567165	+ 0,567163	+ 0,567163	+ 0,567165	+ 0,567165	+ 0,567164	$G_w = I_{wt}/U_t \approx 0{,}56716\ \Omega^{-1}$
23	G_{bt}^{II}	— 1,067163	— 0,28145	+ 0,099503	— 0,367164	— 1,067165	+ 0,057836	+ 0,599503	+ 1,432835	+ 1,432835	+ 0,432836	

9. Es werden die Bedingungen einer vollständigen Kompensierung der Blindleistung aufgestellt.
10. Es werden die experimentellen Prüfmethoden vorstehender Behauptungen erwogen.

Formeln.

Wirkleistung:

$$P_w = \frac{1}{T}\int_0^T P_t\,dt = \frac{1}{T}\int_0^T U_t I_t\,dt = U_w I = U I_w$$

Effektivwert der Speisespannung: $U = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T U_t^2\,dt}$

Effektivwert des Speisestromes: $I = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T I_t^2\,dt}$.

Aus diesen drei Hauptgrößen lassen sich alle anderen Größen berechnen:

Scheinleistung: $P_s = U I$

Leistungsfaktor: $\lambda = \frac{P_w}{P_s} = \frac{P_w}{U I}$

Blindleistung: $P_b = \sqrt{P_s^2 - P_w^2} = U_b I = U I_b$

Blindleistungsfaktor: $\lambda_b = \sqrt{1 - \lambda^2}$

Wirkspannung: $U_w = \lambda U$

Blindspannung: $U_b = \sqrt{1 - \lambda^2}\, U = \lambda_b U$

Wirkstrom: $I_w = \lambda I$

Blindstrom: $I_b = \sqrt{1 - \lambda^2}\, I = \lambda_b I$.

Zahlenbeispiele.

1. Beispiel: Den Verlauf der Speisespannung U_t an den Klemmen eines Verbrauchers und des durch ihn fließenden Speisestromes I_t stellt das Diagramm in Abb. 14 dar. Die zahlenmäßigen Auswertungen der verschiedenen Größen sind in Zahlentafel 1 enthalten.

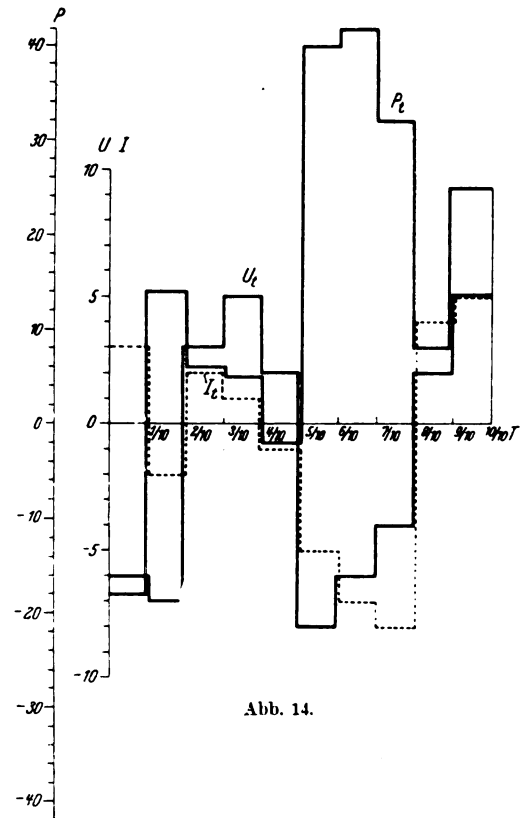


Abb. 14.

$$P_w^2 = U_w^2 I^2 = 11{,}66866 \cdot 19{,}8 = 231{,}039468 = 231{,}04$$
$$P_w^2 = U^2 I_w^2 = 26{,}8 \cdot 8{,}620884 = 231{,}039691 = 231{,}04$$
$$P_b^2 = U_b^2 I^2 = 15{,}13132 \cdot 19{,}8 = 299{,}600136 = 299{,}6$$
$$P_b^2 = U^2 I_b^2 = 26{,}8 \cdot 11{,}179098 = 299{,}599826 = 299{,}6$$
$$P_w^2 + P_b^2 = 231{,}04 + 299{,}60 = 530{,}64$$
$$P_s^2 = U^2 I^2 = 26{,}8 \cdot 19{,}8 = 530{,}64$$

$$\lambda_w = \frac{P_w}{U\,I} = \frac{15{,}2}{5{,}17687 \cdot 4{,}44971} = \underline{0{,}65985}$$
$$\lambda_b = \frac{P_b}{U\,I} = \frac{17{,}3089}{5{,}17687 \cdot 4{,}44971} = \underline{0{,}7513988}$$
$$U_w^2 + U_b^2 = 11{,}66866 + 15{,}13132 = 26{,}79998$$
$$U^2 = \qquad = 26{,}8$$
$$I_w^2 + I_b^2 = 8{,}620884 + 11{,}179098 = 19{,}799982$$
$$I^2 = \qquad = 19{,}8$$

Diese Ergebnisse bestätigen ziffernmäßig die Richtigkeit unserer Formeln.

2. Beispiel. Es ist ein Stromkreis wie in Abb. 7 gegeben, wobei E eine Gleichstromquelle ist. Der rotierende Unterbrecher ist so beschaffen, daß die Dauer der Unterbrechung zweimal so groß ist wie die Schließungsdauer. Der Widerstand R_z verhindert den Kurzschluß der Stromquelle E. Den Strom- und Spannungsverlauf während einer Periode zeigt das Diagramm in Abb. 8. In diesem Beispiel hat die Blindleistung einen von Null verschiedenen Wert, obwohl, wie Zahlentafel 2 zeigt, die Funktionen P_{bt}^{I} und P_{bt}^{II} gleich Null sind.

Zahlentafel 2 (zum 2. Beispiel).

Nr.	Funktion	T I	T II	T III	Wert
1	U_t	0	122,5	122,5	
2	U_t^2	0	15006,25	15006,25	$U^2 = 10004{,}16 \quad U \approx 100{,}2$ V
3	I_t	17,3	0	0	
4	I_t^2	299,29	0	0	$I^2 = 99{,}763 \quad I \approx 9{,}988$ A
5	P_t	0	0	0	$P_w = 0$ W
6	U_{wt}	0	0	0	$U_{wt} = P_w / I^2 \cdot I_t = 0$
7	U_{wt}^2	0	0	0	$U_w^2 = 0; \quad U_w = 0$ V
8	U_{bt}	0	+122,5	+122,5	$U_{bt} = U_t - U_{wt}$
9	U_{bt}^2	0	15006,25	15006,25	$U_b^2 = 10004{,}16; \; U_b \approx 100{,}02$ V
10	I_{wt}	0	0	0	$I_{wt} = P_w / U^2 \cdot U_t = 0$ A
11	I_{wt}^2	0	0	0	$I_w^2 = 0, \; I_w = 0$ A
12	I_{bt}	+17,3	0	0	$I_{bt} = I_t - I_{wt}$
13	I_{bt}^2	299,29	0	0	$I_b^2 = 99{,}763; \; I_b \approx 9{,}988$ A
14	P_{wt}^{I}	0	0	0	$P_{w\,\text{mitt.}}^{I} = 0$
15	P_{bt}^{I}	0	0	0	$P_{b\,\text{mitt.}}^{I} = 0$
16	P_{wt}^{II}	0	0	0	$P_{w\,\text{mitt.}}^{II} = 0$
17	P_{bt}^{II}	0	0	0	$P_{b\,\text{mitt.}}^{II} = 0$
18	R_t	0	∞	∞	
19	R_w^{I}	0	0/0	0/0	$R_w = U_{wt} / I_t = 0\,\Omega$
20	R_{bt}	0	∞	∞	
21	G_t	∞	0	0	
22	G_w^{II}	0,0	0	0	$G_w = I_{wt} / U_t = 0\,\Omega^{-1}$
23	G_{bt}	∞	0	0	

$$P_w = U_w\,I = 0 \cdot 9{,}988 = 0 \text{ W}$$
$$P_w = U\,I_w = 100{,}02 \cdot 0 = 0 \text{ W}$$
$$P_b = U_b\,I = 100{,}02 \cdot 9{,}988 = 999 \text{ Var}$$
$$P_b = U\,I_b = 100{,}02 \cdot 9{,}988 = 999 \text{ Var}$$
$$P_s = U\,I = 100{,}02 \cdot 9{,}988 = 999 \text{ VA}$$
$$P_w^2 + P_b^2 = 0^2 + 999^2 = 998001$$
$$P_s^2 = 999^2 = 998001$$
$$\lambda_w = \frac{P_w}{U\,I} = \frac{0}{999} = \underline{0} \qquad \lambda_b = \frac{P_b}{U\,I} = \frac{999}{999} = \underline{1}$$
$$\underline{U_w^2 + U_b^2} = 0^2 + 100{,}02^2 = 100{,}02^2 = \underline{U^2}$$
$$\underline{I_w^2 + I_b^2} = 0^2 + 9{,}988^2 = 9{,}988^2 = \underline{I^2}$$

3. Beispiel. Es ist ein Stromkreis wie in Abb. 15 gegeben. Es bedeuten $\tilde{E}_t$ eine sinusoidale Wechselstromquelle, $\bar{E}$ eine Gleichstromquelle, R einen *festen* ohmschen Widerstand.

$$\tilde{E}_t = 100\sqrt{2}\sin(\omega t) \text{ Volt}, \quad \bar{E} = 50 \text{ V}, \quad R = 10\,\Omega.$$

Wir vernachlässigen den Widerstand der Stromquellen und der Verbindungsleitungen sowie ihre Induktivität und Kapazität. Dann ist die Klemmenspannung

$$U_t = \tilde{E}_t = 100\sqrt{2}\sin(\omega t) \text{ Volt}$$

und der Strom

$$I_t = \frac{\tilde{E}_t - \bar{E}}{R} = 10\sqrt{2}\sin(\omega t) - 5 \text{ Amp.}$$

Ihre Effektivwerte sind $U = \tilde{E} = 100$ V.

$$I = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T I_t^2\,dt}$$
$$= \sqrt{\frac{1}{T}\left[\int_0^T \frac{\tilde{E}_t^2}{R^2}\,dt - \int_0^T \frac{2\tilde{E}_t\bar{E}}{R^2}\,dt + \int_0^T \frac{\bar{E}^2}{R^2}\,dt\right]}$$
$$= \sqrt{\frac{\tilde{E}^2}{R^2} - 0 + \frac{\bar{E}^2}{R^2}} = \sqrt{100 + 25} \approx 11{,}18 \text{ A.}$$

Die Leistung ergibt sich aus

$$P_w = \frac{1}{T}\int_0^T U_t I_t\,dt = \frac{1}{T}\int_0^T \frac{\tilde{E}_t(\tilde{E}_t - \bar{E})}{R}\,dt = \frac{\tilde{E}^2}{R} - 0 = 1000 \text{ W},$$

der Leistungsfaktor

$$\lambda_w = \frac{P_w}{U\,I} = \frac{1000}{100 \cdot 11{,}18} \approx 0{,}895.$$

Ferner ist

$$U_{wt} = \frac{P_w}{I^2} I_t = \frac{1000}{125} I_t = 8\,I_t; \qquad U_w = 8\,I \approx 89{,}44 \text{ V}$$
$$I_{wt} = \frac{P_w}{U^2} U_t = \frac{1000}{10000} U_t = 0{,}1\,U_t; \quad I_w = 0{,}1\,U = 10 \text{ A}$$
$$U_w I = 89{,}44 \cdot 11{,}18 = 8 \cdot 11{,}18^2 = 8 \cdot 125 = 1000 \text{ W} = P_w$$
$$U\,I_w = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ W} = P_w$$
$$U_b = \sqrt{U^2 - U_w^2} = \sqrt{10000 - 8000} \approx 44{,}721 \text{ V}$$
$$I_b = \sqrt{I^2 - I_w^2} = \sqrt{125 - 100} = 5 \text{ A}$$
$$U_b I = 44{,}721 \cdot 11{,}18 = \sqrt{2000} \cdot \sqrt{125} = 500 \text{ Var} = P_b$$
$$U\,I_b = 100 \cdot 5 = 500 \text{ Var} = P_b$$
$$P_s = U\,I \approx 1118 \text{ VA} = \sqrt{1250000} = \sqrt{P_w^2 + P_b^2}.$$

Es wäre hier noch zu bemerken, daß *die Wirkspannung U_w nicht mit der Effektivspannung an den Klemmen unseres Widerstandes $R = 10\,\Omega$ identisch ist*, sondern die Effektivspannung angibt, die bei einer gedachten Reihenzerlegung nach Gl. (8) an den Klemmen des Wirkelementes auftreten würde. Da die Spannung $U_w = 89{,}44$ V ist und die Spannung an den Klemmen unseres Widerstandes R gleich $U = I \cdot R = 11{,}18 \cdot 10 = 111{,}8$ V, so sehen wir, daß der Widerstand R nur einen Teil des idealen Ersatz-Wirkbestandteiles darstellt. Die Gleichstromquelle $\bar{E}$ könnte also in unserem Falle als ein Element betrachtet werden, das aus einem Wirkbestandteil (in unserem Falle aus einem gedachten festen *negativen* Widerstand) und einem Blindbestandteil zusammengesetzt ist. Obwohl also unser Stromkreis weder Kondensatoren noch Drosselspulen, noch irgendwelche veränderliche ohmsche Widerstände enthält, sondern aus Elementen zusammengesetzt ist, die der „Praktiker" als „reine Wirkelemente" bezeichnen würde, so tritt trotzdem Blindleistung auf, was übrigens nach früheren Ausführungen einleuchtend ist, da eben in unserem Falle *die Klemmenspannung U_t dem Strome I_t nicht proportional ist.*

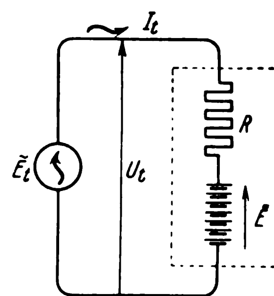


Abb. 15.

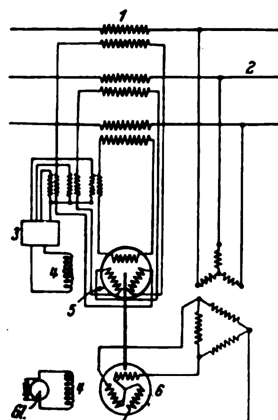
Bemerkung: In obigen Ausführungen habe ich die Mehrphasensysteme absichtlich nicht berücksichtigt, weil sich aus meinen Untersuchungen ergeben hatte, daß bezüglich der Begriffe der Blind- und Scheinleistung [wie bereits H. Schering in seinem Gutachten (ETZ 1924, S. 710) richtig hervorgehoben hatte] noch in sinusoidalen Mehrphasensystemen eine große Verwirrung herrscht. Übrigens will ich der Untersuchung der n-Leitersysteme eine besondere Arbeit: „Die Erweiterung der Kirchhoffschen Sätze und das Absonderungsprinzip" vorausschicken, da die daraus sich ergebende Methode die Behandlung der Mehrleitersysteme wesentlich erleichtert.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Synchrongenerator zur Kompensation der Leitungsinduktivität. — Zur Kompensation der Leitungsinduktivität sind im wesentlichen zwei Wege bekannt. Meist führt man die erforderliche Blindleistung mittels der Leitung parallel geschalteter Maschinen zu; der andere, unmittelbare Weg ist der, daß man Reihenkapazitäten in den Zug der Leitung schaltet. Eine solche Anlage mit je einem Kondensator für 110 µF in jeder Phase eines 33 kV-Drehstromsystems wurde kürzlich beschrieben[1]. Bei dieser Anlage mit Kondensatoren für 415 kV Durchgangsleistung konnte bei 60 Hz der Laststrom von 33 auf 67 A gesteigert werden.

Nach einer neuen Methode werden die Kondensatoren durch eine Maschinenanlage ersetzt (Abb. 1). Die Kompensationsblindleistung wird von der als „induktiver Kompensationsgenerator“ bezeichneten Maschine *5* geliefert; sie wird mit synchroner Geschwindigkeit von einem Synchronmotor *6* angetrieben, der normal über einen Transformator ans Netz gelegt ist. Die Kompensationsspannung soll proportional dem Leitungstrom sein, weil der induktive Spannungsabfall der Leitung diesem proportional ist. Damit nun der Erregerstrom des Generators stets dem Leitungstrom proportional ist, dient letzterer selbst zur Schaffung des Erregerstroms. Mittels Stromtransformatoren, die viel Eisen enthalten, wird der Leitungstrom einem Mehrphasen-Quecksilberdampf-Gleichrichter *3* und dann als Gleichstrom dem Feld des Generators zugeführt. Der Stator des Generators oder des Antriebmotors ist verstellbar, damit der relative Phasenwinkel zwischen beider Wicklungen eingestellt werden kann. Bei Hochspannungsanlagen bewirken die Transformatoren gleichzeitig die Isolierung der Maschinenanlage von der Leitung, bei Niederspannungsanlagen können sie fortfallen.



1 Transformator
2 Leitung
3 Gleichrichter
4 Feld
5 induktiver Kompensationsgenerator
6 Synchronmotor

Abb. 1. Kompensations-Anlage.

Wird der induktive Kompensationsgenerator so angetrieben, daß seine EMK proportional dem Quadrat des Stromes in seinen Windungen ist, so befindet er sich im instabilen Gleichgewicht, entwickelt also kein Drehmoment. Das andernfalls entstehende Drehmoment muß von dem an sich klein ausfallenden Antriebsmotor überwunden werden können. Bei langen Leitungen empfiehlt sich die Einschaltung von mehreren solcher Anlagen in Abständen, damit die von einer einzelnen Anlage aufzubringende Kompensationsspannung nicht zu hoch wird. Da die Maschine bei bestimmten Stromwerten gesättigt ist, ist ihr Kompensationsvermögen begrenzt. Das bedeutet einen Vorteil bei der Begrenzung von Kurzschlußströmen, die bei völliger Kompensation der Leitungsinduktivität sehr groß werden würden, und ist ein entscheidender Vorzug der neuen Methode gegenüber den Reihenkondensatoren, die bei Kurzschlüssen kurzgeschlossen werden müssen. Beim Kompensationsgenerator der beschriebenen Art stellt sich nach Abklingen des Überstromes die normale Arbeitsweise von selbst wieder ein. (Th. H. M o r g a n , J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 48, S. 872.) *Eg.*

Apparate.

Drosselspulen mit Eisen als Schutzwehr und Dämpfungsmittel gegen Überspannungen. — Schutzdrosseln gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungswanderwellen müssen diese zum Teil reflektieren und den restlichen Teil durch Umsatz in Wärme bis auf einen unschädlichen Rest schwächen. Eine merkliche Reflexion kann nur dort eintreten, wo die Selbstinduktion je Längeneinheit plötzlich stark zunimmt. Das ist am einfachsten durch eine Spule mit offenem Eisenkern oder durch teilweise Umschließung des Leiters mit Eisen zu erreichen. Von dem nicht reflektierten Teil der Welle wird ein weiterer Teil durch Wirbelströme und Hysterese im Eisen vernichtet, so daß schließlich nur mehr ein hinsichtlich Spannung und Energie unschädlicher Rest weiter vordringen kann. Von dieser Erkenntnis ausgehend, hat die Firma E. Neumann, Hochspannungs-Apparate G. m. b. H., Schutzdrosseln in zwei verschiedenen Ausführungen entwickelt. Abb. 2 zeigt eine Schrauben-Spiralspule, welche sich für Außen- und für Innenmontage eignet. Der Eisenkern ist in einen Porzellankörper eingeschlossen, auf den eine Schraubenwicklung aufgewickelt ist. Diese Ausführung hat eine außerordentlich hohe Kurzschlußfestigkeit. Der Porzellankörper wird auf Wunsch unten und oben mit Kappen versehen, welche die Montage der Schutzdrosselspule an Hängeisolatoren ermöglichen. Die Ausführung eignet sich besonders zum Schutze von Freileitungen. Bei Anbringung an Abspannmasten wird die Leitung streckenweise gegen Überspannungsgefahr geschützt.

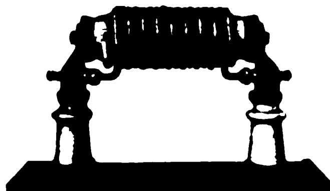


Abb. 2. Drossel für Innen- und Außenmontage.

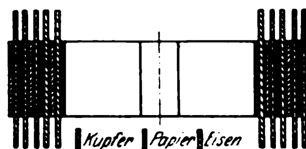


Abb. 3. Flachkupfer-Spiralspule mit Eisenzwischenlagen.



Abb. 4. Spule nach Abb. 3 in Öl.

Abb. 3 zeigt die schematische Anordnung einer Flachkupferspirale mit isolierten Eisenbändern zu beiden Seiten des Kupferbandes. Abb. 4 zeigt die genannte Konstruktion einer Flachkupferspirale unter Öl für Aufstellung im Freien. Alle Ausführungen können natürlich auch unter Dach zur Anwendung kommen.

Die günstigste Schutzwirkung wird erzielt, wenn man diese Abwehrdrossel in Verbindung mit irgendeinem Überspannungsableiter verwendet. In diesem Falle versperrt die Drossel der Überspannungswelle den Weg nach den dahinter liegenden Anlageteilen und der Überspannungsableiter entlastet durch Ableitung der Wellenenergie zur Erde die Isolation der Freileitung. Da der magnetische Kreis nirgends durch das Eisen geschlossen ist, sondern der magnetische Widerstand des Luftweges wesentlich größer ist als der des Eisenweges, bewirken diese Drosselspulen auch eine nicht zu unterschätzende Verminderung eines plötzlichen Kurzschlußstromes. *Sz. E.*

Beleuchtung.

Lichtquellen für Tonfilmaufnahmen und Fernsehapparate. — H. E w e s t berichtet über die verschiedenen Lichtquellen für Tonfilmaufnahmen, bei denen die Lichtquelle selbst beeinflußt wird. Bekannt sind für diesen Zweck verschiedene Glimmlampen, deren Kathode aus einem Röhrchen besteht, in dessen Innern die Glimmentladung ansetzt und so eine verhältnismäßig starke Leuchtdichte ergibt. Die Entwicklung der Gasentladungslampen mit glühenden Elektroden hat auch zu einer neuen Form der Lampen für Tonfilmaufnahmen geführt, die bei verhältnismäßig niedrigem Strom hohe Leuchtdichte ergeben. In Abb. 5 ist ein Schnitt durch eine Lampe, die sog. Lichtspritze,

[1] ETZ 1929, S. 1061.

dargestellt. Im Innern des Gehäuses ist eine Glühkathode angebracht, deren Lichtausstrahlung durch die herumgelegte Metallhülle abgeschirmt wird. Die Entladung ist gezwungen, aus dem Innern der Metallhülse heraus durch das enge angesetzte Metallröhrchen zu gehen. Außerhalb des Metallröhrchens befindet sich die Anode. Die Lampen sind für eine mittlere Stromstärke von 100 ... 200 mA bestimmt. Bei einem Durchmesser des Austrittsröhrchens von 2 mm ergeben sich demnach Stromdichten von rd. 60 mA/mm² (normale Reklameröhren haben etwa 0,3 mA/mm²). Der Spannungsabfall an der Röhre beträgt rd. 50 V, die Zündspannung rd. 180 V, so daß die Röhren mit entsprechendem Vorschaltwiderstand an 220 V betrieben werden können. Für Tonfilmzwecke hat sich als Gasfüllung eine Mischung von Edelgas und Quecksilberdampf bewährt, da die blauen Linien des Quecksilbers photographisch sehr aktinisch sind. Die Lichtspritzen lassen sich auch in Fernsehapparaturen mit Spiegelrad verwenden. In diesem Fall wird Neonfüllung gebraucht, da Neon bei gleichen Stromstärken einen besseren optischen Wirkungsgrad ergibt als Quecksilber.

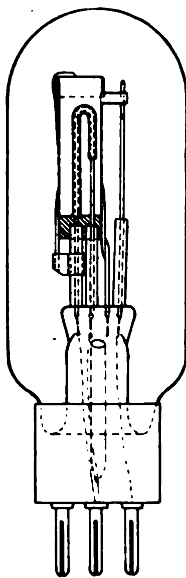


Abb. 5. Die „Lichtspritze" für Tonfilmaufnahmen.

Für Fernsehzwecke bei Verwendung der Nipkow-Scheibe ist die Lichtspritze nicht so vorteilhaft, da eine größere Fläche ausgeleuchtet werden muß. Für diesen Zweck sind Natriumlampen ausgebildet, die vom gleichen Verfasser in „Fernsehen" beschrieben sind. Die Konstruktion der Lampe zeigt Abb. 6. Natrium hat einen besonders guten Wirkungsgrad, im besonderen, wenn die Lampe vorgeheizt werden kann. Mit dieser Lampe erhält man bei 100 mA und rd. 100 V an der Lampe eine Helligkeit von 125 HK. Da sie bis 100 000 Hz einwandfrei den aufgedrückten Stromschwankungen folgt, so ist sie z. Z. die geeignetste Lampe für Fernsehzwecke. — Ausgearbeitet sind beide Lampen in der Studiengesellschaft für elektrische Beleuchtung m. b. H., Osram-Konzern. (H. Ewest, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 645; Fernsehen Bd. 3, S. 7.) *Sb.*

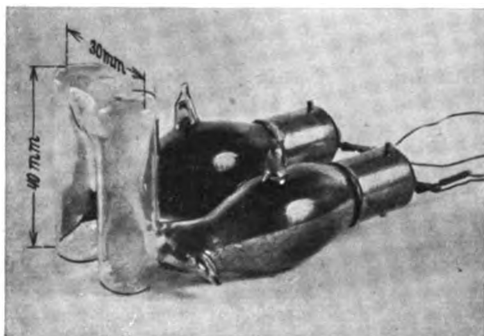


Abb. 6. Natriumlampe für Fernsehzwecke.

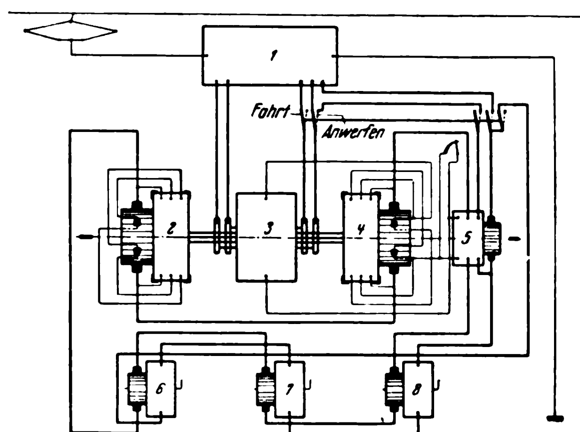
Bahnen und Fahrzeuge.

Einphasen-Gleichstrom-Umformerlokomotive der Österreichischen Bundesbahnen. — Die Schaltung einer neuen Lokomotive der Österreichischen Bundesbahnen weicht grundsätzlich von denen der bisher bekannten Einphasen-Gleichstrom-Umformerlokomotiven[1] ab. Sie ist in vereinfachter Form in Abb. 7 dargestellt: Im Transformator (*1*), der zwei gleiche, aber voneinander elektrisch vollkommen getrennte Sekundärwicklungen besitzt, wird der der Fahrleitung entnommene Einphasenstrom von 16⅔ Hz, 15 000 V, auf 624 V umgespannt, dann im Phasenumformer (*3*) auf Drehstrom und in den beiden Frequenzwandlern (*2* und *4*) auf Gleichstrom umgeformt, mit dem die drei Fahrmotoren (*6*, *7* und *8*) arbeiten.

[1] Müller, Lokomotiven mit Kommutatoren und Maschinenumformern, Weltkraftkonferenz 1930, Sect. 26, Bericht 45.

Ähnlich dem Transformator hat auch der Phasenumformer zwei einander gleichwertige, aber getrennte Ankerwicklungen, die beide sowohl vom Primär- als auch vom Sekundärstrom durchflossen werden. Durch diese Sparschaltung werden ein guter Wirkungsgrad und eine günstige Gewichtsausnutzung gewonnen. Der Umformer arbeitet synchron, bei allen Belastungszuständen mit dem Leistungsfaktor 1, und kann sogar voreilenden Strom in die Fahrleitung zurückliefern. Angeworfen wird er durch den Einphasen-Reihenschlußmotor *5*.

Von den beiden Wicklungen des Phasenumformers fließt der Drehstrom von 16⅔ Hz durch die in der hohlen Welle untergebrachten Leiter in die beiden Frequenzwandler. Diese haben nur je eine Ankerwicklung (Sparschaltung), laufen synchron und geben daher an ihren Kommutatoren Gleichstrom ab. Verdreht man ihre Bürsten zugleich mit dem ganzen Stator, so ändert sich die Höhe der Gleichspannung. Beide Frequenzwandler liegen auf ihrer Gleichstromseite in Reihe, und ihre Ständer werden in entgegengesetztem Sinne verdreht. Damit wird erreicht, daß die Spannungsregelung ohne Einfluß auf den Leistungsfaktor bleibt, und daß auf der Gleichstromseite keine Wechselspannungen auftreten, wenn der Umformer einmal außer Tritt kommt.



1 Transformator *2*, *4* Frequenzwandler *3* Phasenumformer
5 Anwurfmotor *6*, *7*, *8* Triebmotoren

Abb. 7. Prinzipschaltbild der Lokomotive.

Nach Beendigung des Anlassens wird der Anwurfmotor *5* so umgeschaltet, daß er als Erregermaschine für die drei in Reihe geschalteten Fahrmotoren dient. Er ist im Eisen nicht gesättigt, und seine Feldwicklung wird vom Ankerstrom der Fahrmotoren durchflossen: Der Feldstrom der Fahrmotoren wird also proportional dem Ankerstrom, so daß die Motoren Hauptstromcharakteristik erhalten. Außerdem besitzt der Anwurfmotor noch eine zweite Erregerwicklung, die über einen Nebenschlußregler mit Gleichstrom gespeist werden kann. Hierdurch lassen sich die Felder der Fahrmotoren nach Belieben zusätzlich verstärken (zur Nutzbremsung oder zum Anfahren) oder schwächen (zur Geschwindigkeitserhöhung).

Eine Reihe verschiedener Relais und Verriegelungen gewährleistet eine fehlerfreie Bedienung. Wenn beim Anlassen des Umformers die Synchrondrehzahl fast erreicht ist, so sinkt sein Anlaufstrom stark ab. Ein Nullstromrelais veranlaßt dann die Umschaltung von Umformer und Anwurfmaschine auf die Betriebstellung, indem es über eine kleine Schaltwalze die erforderlichen Schütze betätigt. Schaltet das Unterwerk die Fahrleitung ab, so wird die Drehzahl des Umformers bei Fahrt sinken, bei Nutzbremsung steigen: In beiden Fällen veranlaßt ein Fliehkraftrelais die Wiederherstellung des Anlaßzustandes.

Zur Regelung der Fahrmotorspannung werden die Statoren der beiden Frequenzwandler durch einen Servomotor gedreht. Wenn der Führer das Steuerrad aus der Nullstellung herausbewegt, so wird zunächst der Erregerstromkreis der Fahrmotoren durch ein besonderes Schütz geschlossen. Andere Relais sorgen dafür, daß der Servomotor die Statoren der Frequenzwandler soweit nachdreht, wie der Stellung des Steuerrades entspricht, sich dann abschaltet und festbremst. Im Störungsfalle kann der Führer die Statoren auch von Hand drehen. Schwere Kurzschlüsse der Gleichstromseite werden durch einen besonderen Schnellschalter selbsttätig abgetrennt. Alle größeren Schütze arbeiten elektropneumatisch.

Der Gewichtsersparnis wegen wurde nur ein Führerstand angeordnet und der Transformator sowie der Umformersatz lediglich durch eine Blechverkleidung gegen die Witterung geschützt. So ergibt sich ein ungewöhnliches, an Dampflokomotiven erinnerndes Äußere. Alle 5 Treibachsen, von denen nur die drei mittleren mit Tatzenlager-Fahrmotoren versehen sind, sind durch Kuppelstangen miteinander verbunden. Diese Anordnung hat sich in Österreich vielfach bewährt. Die Anfahrzugkraft beträgt 21,5 t, die Stundenzugkraft, die bis 36,5 km aufrecht erhalten werden kann, 12,8 t. Als Stundenleistung wurden 1800 PS gefordert, jedoch 2000 PS erreicht. Die Höchstgeschwindigkeit ist 60 km/h. Die ganze Lokomotive wiegt 118,5 t, die elektrische Ausrüstung allein 59 t, und davon der Umformersatz allein 30 t. (Grabner u. Pawelka, Elektrot. u. Maschinenb. Bd. 49, S. 377.)

Bemerkung des Berichters. Die Lokomotive bringt die geistreiche Lösung einer großen Anzahl elektrotechnischer Einzelaufgaben und verdient daher allgemeine Aufmerksamkeit. Die Gewichtsausnutzung ihrer elektrischen Ausrüstung ist mit 29,5 kg/PS erheblich günstiger als die anderer Einphasen-Gleichstrom-Umformerlokomotiven und dürfte bei 50 Hz sogar die der Einphasen-Drehstrommaschinen erreichen. Im Vergleich zur gewöhnlichen Reihenschlußmotor-Lokomotive für 16⅔ Hz steht sie aber doch wohl ungünstiger, als es die Verfasser meinen.

A. Es besteht heute keine Veranlassung mehr, nur wegen der Stromwendung den Einphasen-Bahnmotor durch eine Gleichstrommaschine zu ersetzen, denn, wie viele Ausführungen lehren, man erreicht mit beiden Maschinenarten, daß bei gleicher Bürstenabnutzung das Abdrehen des Stromwenders erst bei den Hauptuntersuchungen, also nach 200 000 km, erforderlich ist. Schlechtere Ausführungen kommen ebenfalls bei beiden Maschinenarten vor. Nur dadurch können bei Gleichstrom geringere Instandhaltungskosten erreicht werden, daß man mit höherer Klemmenspannung, also geringerer Bürstenzahl arbeiten kann. Hier wird aber von diesem Vorteil kein Gebrauch gemacht, denn die Klemmenspannung beträgt nur 350 V. Zu den Stromwendern der Fahrmotoren kommen noch die der Frequenzumformer sowie der Anwurf- und Erregermaschine hinzu, so daß die gesamte Kommutatoroberfläche und Bürstenanzahl etwa doppelt so groß sind wie bei einer Einphasenlokomotive.

B. Es trifft nicht zu, daß bei der Einphasenlokomotive für 16⅔ Hz eine stetige Spannungsregelung, Nutzbremsung und Blindleistungsabgabe ein so erhebliches Mehrgewicht und eine so verwickelte Steuerung bedingen. Viele Lokomotiven der Reichsbahn besitzen z. B. mit ihrer Feinreglersteuerung eine stetige Spannungsregelung, ohne daß diese irgendwie eine Gewichtsvermehrung von merklicher Größe bedingt. Die elektrische Ausrüstung einer mit derartiger Steuerung versehenen BoBo-Lokomotive wiegt z. B. 40,0 t bei 3000 PS, also 13,4 kg/PS. Versähe man sie mit allen zur Nutzbremsung erforderlichen Einrichtungen, so würden sich 16 kg/PS, und fügte man noch einen gewöhnlichen Synchron-Phasenschieber hinzu, erst 19 kg/PS, also ⅔ vom elektrischen Gewicht der Umformerlokomotive ergeben. Wenn auch der Umformersatz selbst für 50 Hz nur etwa 17 t statt 30 t wiegen dürfte, so erreicht doch die Umformerlokomotiv-Ausrüstung damit immer noch keinen günstigeren Wert als etwa 23 kg/PS.

C. Die Steuerungseinrichtung der Umformerlokomotive enthält eine ganze Anzahl verschiedener Relais, von deren einwandfreier Arbeit viel abhängt. Sie kann daher keineswegs für einfacher gehalten werden als z. B. die rein mechanisch betätigten Feinreglersteuerungen, mit denen man heute die Reihenschlußmotor-Lokomotiven von etwa gleicher Leistungsfähigkeit ausrüstet.

Diese Bemerkungen vermögen nichts an der Tatsache zu ändern, daß die neue Lokomotive gegenüber den bisherigen Einphasen-Gleichstrom-Umformerlokomotiven einen großen Fortschritt darstellt. Ob sie aber auch den heutigen Reihenschluß-Lokomotiven für 16⅔ Hz an Wirtschaftlichkeit schon nahe genug kommt, um eine unmittelbare Speisung des Fahrdrahts mit 50 Hz vorteilhaft erscheinen zu lassen, wird die Betriebserfahrung lehren.
Tf.

Hebezeuge und Massenförderungen.

Ersatz von Kettenbahnen durch Bandförderanlagen. — In den Braunkohlen-Bergbaubetrieben wurden bisher für das Abfördern der Kohle aus den Tage- und Tiefbauten in erster Linie Kettenbahnen benutzt. Als Ersatz derselben kommen neuerdings Bandförderanlagen zur Anwendung, die sich wegen der geringen Wartungskosten, des kleineren Energieverbrauchs und der geringeren Förderzeit ganz besonders zur Massenförderung von trockenem und feuchtem, körnigem und stückigem Schüttgut eignen. Bei langen Förderwegen werden die Bandstraßen in einzelne Bandstrecken aufgeteilt. Bestimmend für die Anzahl der hintereinander geschalteten Bandstrecken, die teils waagerecht verlaufen, teils Höhenunterschiede überwinden müssen, sind die jeweiligen örtlichen Verhältnisse. Während die einzelnen Bänder mechanisch voneinander unabhängig sind, müssen sie fördertechnisch in zwangläufige Abhängigkeit gebracht werden. Es muß auf alle Fälle vermieden werden, daß Fördergutanhäufungen an den Bandübergangstellen eintreten können. Die zu- und abfördernden Bänder müssen gegeneinander so verriegelt werden,

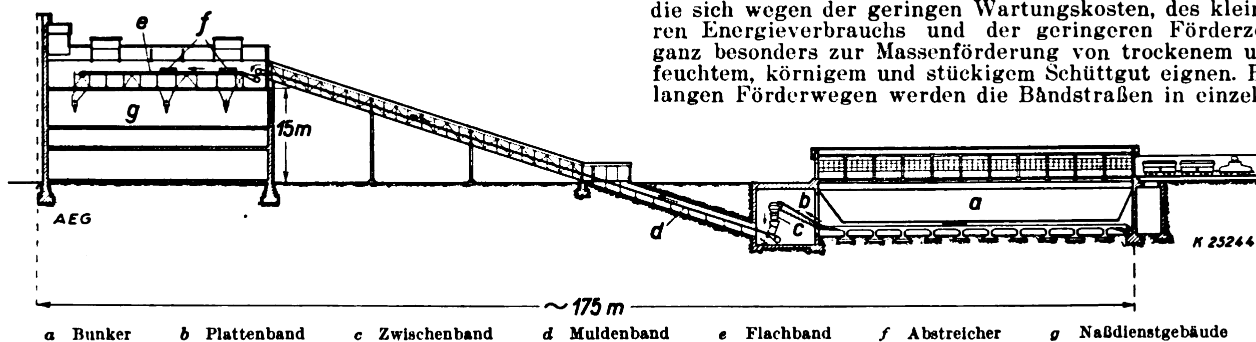


Abb. 8. Längsschnitt der Bandförderanlage.

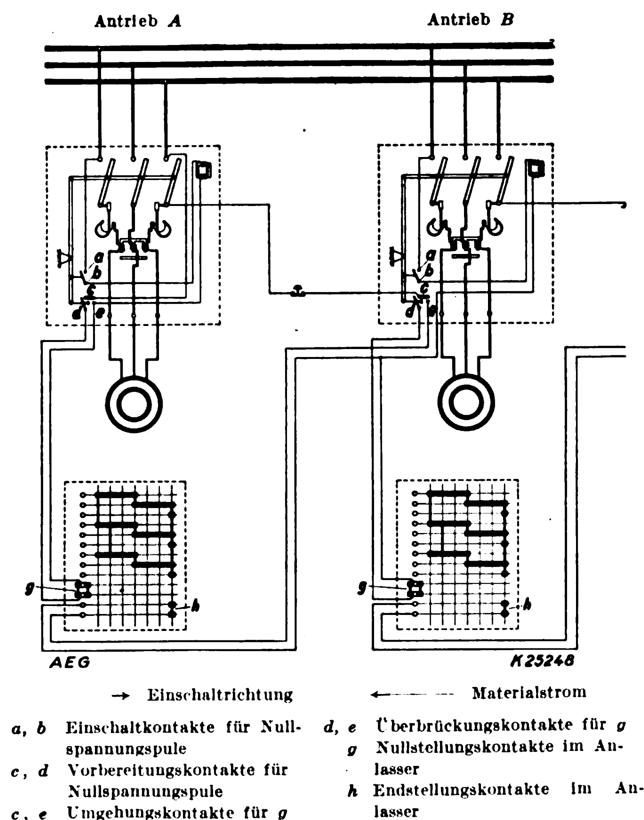


Abb. 9. Grundsätzliches Schaltbild der Verriegelung.

daß einerseits eine bestimmte Einschaltreihenfolge gesichert ist, anderseits eine Abschaltung der zufördernden Organe erfolgt, wenn irgendein Antrieb der Bandreihe unvorhergesehen ausfällt.

Die vorstehend gekennzeichneten Betriebsbedingungen lassen sich in besonders einfacher und dabei einwandfreier Weise bei elektrischem Antrieb der Bandstrecken erfüllen. Auf der Grube Viktoria III der Niederlausitzer Kohlenwerke AG. ist eine Kettenbahn durch eine elektrisch betriebene Bandförderanlage für eine stündliche Leistung von 260 ... 300 t Rohbraunkohle ersetzt worden (Abb. 8). Für den Antrieb der Doppelstraße sind 9 Elektromotoren vorgesehen, die durch Steuerkontroller von Hand angelassen werden. Für jeden Antrieb ist ein Motorschutzschalter eingebaut, der mit thermischem und magnetischem Überstromschutz und mit Nullspannungsauslösung versehen ist. Unter Einbezug der Anlasser sind die Motorschutzschalter gegeneinander in eine elektrische Verriegelungs- und Abhängigkeitschaltung gebracht, wie sie im Prinzip für 2 Antriebe (*A* und *B*) in Abb. 9 dargestellt ist.

Die Abhängigkeit des Antriebes *B* von der Stellung der Schaltgeräte des Antriebes *A* ist zunächst dadurch gewährleistet, daß der Anschluß der Nullspannung für *B* hinter dem Schaltmesser einer Phase von *A* abgenommen wird. Die Verbindung von dieser Abnahmestelle zur Nullspannungsspule *B* ist über die Hilfskontakte *c*, *d* und den Nullstellungskontakt *g* des Anlassers *B* geführt. Die Berührung der Hilfskontakte *a*, *b* sowie *c*, *d* erfolgt kurz nach Betätigung des Schalthebels, u. zw. bevor die Abreißkontakte der Schaltmesser Verbindung mit dem Netz herstellen. Stehen alle Anlasser in der Nullstellung, so können zwecks Inbetriebnahme der Anlage zunächst die Schalthebel der Motorschutzschalter aller Antriebe der Reihe nach eingeschaltet werden (Nullschaltungszwang). Das Anlassen der Motoren kann nur in Richtung der Antriebe *A*, *B* usw. (d. h. also dem Materialstrom entgegen) erfolgen. Der nachgeordnete Antrieb, z. B. der Motor *B*, kann nur angelassen werden, wenn der Anlasser des Antriebes *A* seine Endstellung erreicht hat und damit die Kontakte *h* geschlossen sind. Ein Schalten außerhalb der vorgeschriebenen Reihenfolge bringt den zugehörigen Motorschutzschalter zur Auslösung und schaltet damit zugleich die im Fördersinne vorgeordneten Bandstrecken ab. Die gleiche Wirkung tritt ein, wenn mit einem der Notdruckknöpfe irgendein Antrieb im Gefahrfalle ausgeschaltet wird.

Die maschinellen Einrichtungen der Bandstraße stammen von der Maschinenfabrik Buckau R. Wolf AG., Magdeburg, und der Carlshütte AG., Waldenburg. Die elektrischen Antriebe und Schaltgeräte sind von der AEG geliefert. (W. Herbeck, AEG-Mitt. 1931, S. 519.) *Hnn.*

Landwirtschaft.

Wachsende Elektrisierung der Landwirtschaft in den V. S. Amerika. — Eine Mitteilung der National Electric Light Association, New York, besagt, daß die Elektrisierung der Landwirtschaft 1931 trotz der wirtschaftlichen Depression um 7,5 % zugenommen hat; 48 940 Farmen sind zu den bereits elektrisch versorgten hinzugekommen, so daß am Jahresschluß insgesamt 698 786 elektrische Arbeit bezogen. Die Entwicklung in den letzten acht Jahren zeigt folgende Übersicht:

Ende	elektrisiert	Ende	elektrisiert
1923	177 500	1927	392 000
1924	205 000	1928	506 000
1925	246 000	1929	576 000
1926	309 000	1930	650 000
	1931	698 786	

Unter den verschiedenen Zensusbezirken der V. S. Amerika stand Ende 1931 East North Central mit 166 893 elektrisch versorgten Farmen an der Spitze, der Zuwachs betrug hier 10,4 %; dann folgten Pacific mit 139 079 (Zugang 3,2 %) und Middle Atlantic mit 104 911 (Zugang 8,9 %). Die größte Steigerung weist South Atlantic mit 12,7 % auf. *fm.*

Fernmeldetechnik.

Das Fernsprechwesen in Rumänien 1930. — Die Entwicklung des rumänischen Fernsprechwesens in den letzten Jahren wird durch die nachstehende Übersicht veranschaulicht.

Im Jahre 1930 hat die rumänische Verwaltung den Sprechverkehr mit Österreich und der Schweiz aufgenommen. Am Ende der Berichtsjahres stand Rumänien mit folgenden Ländern in Fernsprechverkehr: Polen, Jugoslawien, Bulgarien, Ungarn, Österreich und der Schweiz. Auf Grund des Gesetzes vom 14. VII. 1930 ist der Fernsprechbetrieb in Rumänien vom 1. I. 1930 an von der Staatsverwaltung auf die Rumänische Fernsprech-AG. übergegangen. Die zur Sicherung der Landesverteidigung erforderlichen Leitungen und Apparate bleiben auch fernerhin der Aufsicht der selbständigen PTT-Regie unterstellt. — Von den Gesamteinnahmen der Verwaltung (Regie) entfallen 374 Mill Lei oder 18,8 % auf das Fernsprechwesen. (Jahresbericht der rumänischen Post- u. Telegraphenverwaltung 1930.) *Gth.*

	1930	1929	1928	1927
Anzahl der Ortsnetze	1 357	1 373	114	114
Anzahl der Vermittlungsstellen	1 358	1 359	3 785	2 552
Anzahl der öffentlichen Sprechstellen	3 313	3 321	6 049*	5 795*
Drahtlänge der Ortsleitungen in km	137 981	129 740	111 781	111 360
Anzahl der Fernleitungen	1 858	1 830	7 625	7 599
davon für den Inlandsverkehr	1 845	1 818	7 618	7 593
für den Auslandsverkehr	13	12	7	6
Drahtlänge der Fernleitungen in km	138 364	99 519	175 037	169 807
davon Kabeladern km	426	368	3 062	522
Anzahl der Vierer	4	4	5	2
Leitungslänge der Vierer in km	272	272	153	115
eindrähtige Leitungen	280	277	1 318	1 579
Anzahl der Ortsgespräche in Mill	93,5	89,4	78,6	87,3
Anzahl der Inlands-Ferngespräche in Mill	9,1	*9,7	8,9	7,7
Anzahl der Auslandsgespräche in Mill	0,21	0,28	0,10	0,08
Anzahl der Teilnehmer-Sprechstellen	55 966	56 038	52 366	50 229

* Nach dem Tarif vom 15. VII. 1929 werden die auf den Dörfern bei den Gemeindevorstehern eingerichteten öffentlichen Sprechstellen als Teilnehmeranschlüsse angesehen.

Verschiedenes.

Preisausschreiben. — 1. In einer besonderen Abteilung der Dresdner Funkausstellung und Phonoschau 1932 soll die unauffällige Unterbringung von Funkgerät im Wohnraum so, daß sie das Raumbild nicht stören, gezeigt werden. Der Funk-Verein Dresden e. V. veranstaltet zu diesem Zwecke ein Preisausschreiben, zu dem Lichtbilder einzusenden sind. Nähere Auskunft erteilt Funk-Verein Dresden e. V., Dresden A 1, Töpferstr. 2 II.

2. Anläßlich der vom 10. ... 18. IX. 1932 im Städtischen Ausstellungspalast in Dresden stattfindenden Dresdner Funkausstellung und Phonoschau 1932 ist eine Bastelschau von selbstgebauten Funk- und Zusatzgeräten vorgesehen, zu der alle Funkfreunde eingeladen werden. Zugelassen sind selbstgebaute Funkgeräte, Zusatzgeräte und Meßgeräte aller Bastler. Die Geräte müssen vom Aussteller selbst ohne fremde Hilfe angefertigt worden sein. Zum Zusammenbau können im Handel befindliche Einzelteile verwendet werden. Auskünfte erteilt Funk-Verein Dresden e. V., Dresden-A 1, Töpferstraße 2.

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

6. Internationaler Kongreß Beratender Ingenieure. — Vom 7. ... 10. IX. findet in Zürich unter dem Patronat der Eidgenössischen Bundesregierung der 6. Internationale Kongreß Beratender Ingenieure statt. Der Kongreß soll dazu dienen, über Mittel und Wege zu beraten, welche geeignet sind, die Öffentlichkeit über die Tätigkeit der beratenden Ingenieure und die Grundsätze, von denen sie sich dabei leiten lassen, zu unterrichten. Durch den Kongreß soll auch eine Erweiterung des Wirkungskreises der angeschlossenen Verbände angestrebt und den einzelnen Beratenden Ingenieuren die Möglichkeit geboten werden, zur gegenseitigen Unterstützung Beziehungen anzuknüpfen. Anmeldeformulare sind erhältlich bei Herrn Ad.-M. Hug, Thalwil-Zürich. Verhandlungsgegenstände sind: Rechte und Pflichten des Beratenden Ingenieurs; Propaganda; Tarife und Honorare; Gutachten und Schiedsgerichte; Organisation und Verschiedenes. —

Neuheiten-Dauermesse in Hamburg, verbunden mit Exportmuster-Zentrale. — Da fast jedes deutsche Industriewerk bei seinem Exportvertreter in Hamburg ein Exportmusterlager unterhält, und anderseits in Hamburg seit Jahren Bestrebungen im Gange sind, eine Exportmusterzentrale zu schaffen, wurde in Hamburg, um dem Ausland das ganze Jahr hindurch bequeme und günstige Einkaufsgelegenheiten zu bieten, eine Neuheiten-Dauermesse in Verbindung mit einer Exportmuster-Zentrale ins Leben gerufen. Eines der größten Kontorhäuser mit 26 000 m^2 Nutzfläche, das in der Nähe des Hauptbahnhofs gelegen ist, wurde als Messehaus mit allen nötigen Sondereinrichtungen hergerichtet. Die Einweihung des Messehauses, das den Namen „Haus des Fortschritts" erhalten hat, und die Eröffnung der Neuheiten-Dauermesse erfolgt am 14. VIII. —

Energiewirtschaft.

Der Einfluß des Wettbewerbes zwischen Steinkohle und Braunkohle auf die öffentliche Elektrizitätsversorgung Deutschlands. — Der Vortragende untersuchte zunächst:

1. welche Ursachen dazu führten, daß immer mehr und immer größere Elektrizitätswerke auf den Braunkohlengruben errichtet wurden, der Anteil der Braunkohle an der öffentlichen Stromversorgung stetig anstieg und die Energie vielfach bei gleichzeitigem Bezug von Braunkohlenfernstrom in örtlichen Steinkohlenkraftwerken erzeugt wird;
2. ob Sondermittel zur Spitzendeckung (Pumpspeicher, Ruthsspeicher, Dieselmotoren) Voraussetzung einer großzügigen Stromversorgung sind und welche wirtschaftlichen Vorteile sie bieten.

Die Fragen sind an dem Beispiel einer Stadt in ähnlicher Lage und mit ähnlicher Belastung wie Berlin untersucht worden, das vom mitteldeutschen Braunkohlenrevier etwa 150 km entfernt ist, indem Anlage-, Brennstoff- und gesamte Betriebskosten für 36 Fälle (gesamte Stromerzeugung nur von einem Braunkohlen-Fernwerk, nur von einem Steinkohlen-Ortswerk oder von beiden gemeinsam, ohne oder mit einem oder mehreren Sondermitteln zur Spitzendeckung) ermittelt wurden. Der Wärmepreis von Steinkohle frei Ortskraftwerk ist 2 bis 3mal, der von Dieselmotoren-Brennöl 10 ... 15 mal so hoch angenommen worden wie der von Braunkohle auf der Grube (3 bzw. 2 RM/t bei $H_u = 2220$ kcal/kg). Bei der Ermittlung der Brennstoff- und Betriebskosten wurde ferner vorausgesetzt, daß im Ortskraftwerk stets eine Reservemaschine mitläuft, daß das Braunkohlenfernwerk noch andere Abnehmer beliefert und daß alle Werke derselben Gesellschaft gehören, Zwischengewinne also ausscheiden. Die Ergebnisse der Untersuchung, die sich auch auf die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten und Betriebsweisen der Spitzendeckungsmittel erstrecken, sind:

a) die gesamten Anlagekosten sind bei ausschließlichem Fernstrombezug um rd. 40 % höher als bei Stromlieferung durch die billigsten aus Dieselmaschinen, Ruthsspeichern und Orts- bzw. Fernwerk bestehenden Kombinationen;
b) die Anlagekosten eines reinen Ortsdampfkraftwerkes sind rd. 10 % höher als die der billigsten Kombination;
c) die Anlagekosten werden am kleinsten bei Deckung der Spitzen durch Dieselmaschinen und Ruthsspeicher;
d) die Brennstoffkosten der teuersten Kombination sind 1,8 ... 2,7mal so hoch (je nach Braunkohlenpreis) als die der billigsten (Braunkohlenfernwerk mit Pumpspeicher);
e) die wirtschaftlichste ist auch die betriebstechnisch günstigste Fahrweise für Pump- und Ruthsspeicher;
f) die Verluste der Pumpspeicherung werden durch die Brennstoffersparnis infolge günstigerer Belastung des Dampfwerkes mehr als ausgeglichen;
g) die gesamten Stromerzeugungskosten der teuersten Kombination sind um 20 ... 30 % höher als die der billigsten;
h) selbst eine Verdoppelung des Zinsfußes (10 statt 5 %) und eine Erhöhung des Braunkohlenpreises um 50 % (3 statt 2 RM/t) ändert an der wirtschaftlichen Überlegenheit der günstigsten Kombination nur wenig;
i) bei billiger Braunkohle ist durchweg eine Kombination von Fernwerk mit Dieselmaschinen und Ruthsspeichern oder mit Pumpspeichern am wirtschaftlichsten;
k) die Wirtschaftlichkeit der betreffenden Kombination wird durch den Ölpreis oder die Anlagekosten für Dieselmaschinen sowie den Wirkungsgrad der Pumpspeicherwerke nur wenig beeinflußt.

Wie die Abb. 10 zeigt, ist der volks- und industriereichste Teil Deutschlands vom nächsten Braunkohlenvorkommen weniger als 150 km entfernt und somit noch günstiger gestellt als das Rechenbeispiel. Die Braunkohle dominiert daher in der öffentlichen Stromversorgung um so mehr, je weiter ein Gebiet von den Steinkohlenzechen entfernt ist, besonders wenn nahe den Verbrauchsschwerpunkten billige Pumpspeicher errichtet werden können, an deren Stelle in flachen Gegenden Dieselmaschinen oder Ruthsspeicher treten müssen. Die örtliche Stromerzeugung in Steinkohlenwerken neben dem Fernbezug von Braunkohlenstrom ist im Interesse der Sicherheit der Stromversorgung ratsam und ermöglicht gleichzeitig die Versorgung größerer Stadtteile mit Heizwärme. Der Vortragende führte die starke Stellung der Braunkohlen in der öffentlichen Elektrizitätsversorgung vor allem zurück auf ihre günstige geologische Lagerung, die Entwicklung hochwirksamer mechanischer Abbauverfahren, den billigen Transport der auf den Gruben erzeugten elektrischen Energie und die günstige geographische Lage der Braunkohle (vgl. Abb. 10).

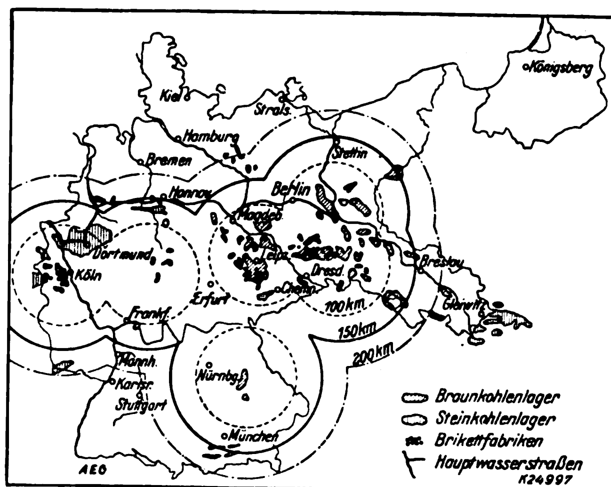


Abb. 10.

Anschließend wurde noch untersucht, wie sich eine großzügige Eingliederung des Überschußstromes von Brikettfabriken („Brikettstrom") in die öffentliche Elektrizitätsversorgung auswirken würde, an der sein Anteil 1929 1,7 % (275 · 10⁶ kWh) betrug; durch Umbau der besonders unwirtschaftlichen und veralteten Kraftwerke von Brikettfabriken auf 40 at Frischdampfdruck wäre z. B. ein Zuwachs von 3 · 10⁹ kWh/Jahr möglich. Unter der Annahme, daß nur die Hälfte dieser Anlagen für den Anschluß an das öffentliche Netz umbauwürdig sind und daß in einer Reihe von Jahren der öffentliche deutsche Stromverbrauch 20 · 10⁹ kWh/Jahr betragen möge, von denen die Hälfte aus Braunkohle erzeugt wird, können durch Eingliederung des „Brikettstromes" je nach Braunkohlenpreis und Zinsfuß jährlich 11 ... 14 Mill RM oder rd. 5 % der gesamten Betriebskosten gegenüber der Erzeugung in reinen Elektrizitätswerken erspart werden. Die Untersuchung hat weiter gezeigt, daß eine Speicherung eines Teiles des „Brikettstromes" zur Nachtzeit nur geringe weitere Ersparnisse bringt, also in wirtschaftlicher Hinsicht für seine Eingliederung ins öffentliche Netz unerheblich ist. (Münzinger, Vortrag Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure am 1. VI. 1932. Z. VDI Bd. 76, S. 693.) *Bth.*

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Fernsprechnummern des VDE.

Seit dem 10. Juli 1932 hat sich durch die Umstellung auf Selbstanschluß die Fernsprechnummer des VDE wie folgt geändert:

C 0 Fraunhofer 0631.

Unter dieser Nummer sind zu erreichen: die Geschäftstelle, die Prüfstelle und die Verlagsabteilung des VDE, das Deutsche Komitee der IEC und die ETZ-Verlag G. m. b. H.

Um Irrtümer zu vermeiden sei darauf hingewiesen, daß die Schriftleitung der ETZ nach wie vor unter

C 4 Wilhelm 1955

zu erreichen ist.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Bekanntmachungen.

Kommission für Drähte und Kabel.

In den Tafeln 1, 3 und 5 der „Vorschriften für Bleikabel in Starkstromanlagen V.S.K./1928“ sind die für die Dicke des Bleimantels angegebenen Werte als „Mindeststärke“ bezeichnet. Daraus sind nun Zweifel entstanden, ob dieser Begriff so auszulegen sei, daß an keiner einzigen Stelle die verzeichneten Werte unterschritten werden dürfen, oder ob nicht vielmehr unter dem Ausdruck „Mindeststärke“ verstanden werden soll, daß der aus einer Reihe von Einzelmessungen sich ergebende Mittelwert die angeführte Mindeststärke besitzen soll. Tatsächlich gibt es keine Bleipressen, die eine an allen Stellen völlig gleichbleibende Dicke des Bleimantels herzustellen gestatten. Es müßte deshalb von vornherein eine erhebliche Toleranz nach oben vorgesehen werden, um bei den unvermeidlichen örtlichen Abweichungen die in den Tafeln angegebenen Werte sicher zu erreichen. Dadurch wird ein Mehrverbrauch an Material erforderlich, der wirtschaftlich nachteilig ist, ohne technische Vorteile zu bieten. Aus diesem Grunde ist auch in fast allen ausländischen Vorschriften für die Stärke des Bleimantels eine Toleranz von 10 % zugestanden und die Bestimmung dahin getroffen, daß nur der Mittelwert der vorgeschriebenen Bleidicke entsprechen muß, während die Einzelmessungen Abweichungen bis 10 % haben dürfen.

Im Interesse einer Klarstellung hat die Kommission für Drähte und Kabel daher beschlossen, in den genannten Tafeln das Wort „Mindeststärke“ durch „Dicke“ zu ersetzen und am Schluß des § 4 der V.S.K./1928 einen Absatz folgenden Inhalts einzufügen:

„Die durchschnittliche Dicke des Bleimantels muß den in den Tafeln 1, 3 und 5 vorgeschriebenen Werten entsprechen. Die geringste Dicke darf aber an keiner Stelle den vorgeschriebenen Wert um mehr als 10 % unterschreiten.“

Als Erläuterung für die Ausführung der Messungen der Dicke des Bleimantels wird folgende Anweisung gegeben:

„Die Dicke des Bleimantels soll mittels einer Mikrometerschraube an zwei von jedem Ende der Kabellänge rechtwinklig zur Längsachse des Kabels abgeschnittenen Proben von mindestens 5 cm Länge ermittelt werden. An jeder der Proben sind 5 Messungen möglichst gleichmäßig über den Umfang verteilt vorzunehmen. Der Mittelwert der Messungen an jeder Probe darf den vorgeschriebenen Wert nicht unterschreiten, während die kleinste bei den Messungen gefundene Wert um nicht mehr als 10 % von dem vorgeschriebenen Wert abweichen darf.“

Die Kommission für Fernmeldetechnik beabsichtigt für die Bleimanteldicke der in den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Fernmeldeanlagen V.F.K./1928“ behandelten Fernmeldekabel eine gleichartige Regelung.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. September 1932 an die Geschäftsstelle des VDE einzureichen.

Kommission für Zähler.

Im nachstehenden wird ein durch die Normgruppe Zähler beim Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie aufgestellter Normblattentwurf

DIN VDE 5810, Leistungsschilder für Elektrizitätszähler

veröffentlicht, der den Bestimmungen des § 19 der R.E.Z./1932 gerecht wird.

Allenfallsige Äußerungen erbitten wir in dreifacher Ausfertigung bis längstens zum 1. September 1932 an die Geschäftsstelle des VDE.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Kommission für Zähler.

Noch nicht endgültig

Elektrizitätszähler
Leistungsschilder
Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 5810

Raum für Firmenbezeichnung des Herstellers

Kilowattstunden
Wechselstromzähler
Form Nr
V A
Per/s 1kWh= Ankerumdr

Raum für Systemzeichen

Raum für besondere Angaben

Kilowattstunden
Drehstromzähler
Form Nr
V A
Per/s 1kWh= Ankerumdr

Feldhöhe mindestens 3.5 mm
Ziffernhöhe mindestens 2.8 mm

Kilowattstunden
Gleichstromzähler
Form Nr
V A
1kWh= Ankerumdr

Die Reihenfolge der Beschriftung ist verbindlich. Siehe „Regeln für Elektrizitätszähler R.E.Z./1932“ des VDE.

Das Systemzeichen ⊑ darf nur für beglaubigungsfähige Zähler verwendet werden.

Schildformate und Lochabstände möglichst nach DIN 825.

Schrift nach DIN 1450.

Ausführung: geätzt
Schrift, Rand und Felder: erhaben
matt versilbert } nach Wahl des
matt vernickelt } Herstellers.

Werkstoff: Messingband oder Messingblech, mindestens 0,5 mm dick.

April 1932 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Bekanntmachung.

Am 1. Juli 1932 trat folgende Bestimmung in Kraft, deren Sonderdruck durch die Geschäftsstelle des VDE erhältlich ist:

VDE 494 „Vorschriften für Elektrowerkzeuge für Spannungen bis 250 V gegen Erde V. E. Wz./1932“
(Ersatz für
„Regeln für die Bewertung und Prüfung von Hand- und Support-Schleifmaschinen“, gültig ab 1. Januar 1926, Sonderdruck VDE 338,
und
„Regeln für die Bewertung und Prüfung von Handbohrmaschinen“, gültig ab 1. Juli 1927, Sonderdruck VDE 366).

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

ZV

Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie e. V.

Zuschriften an den Zentralverband sind an seine Geschäftsstelle, Berlin W 10, Corneliusstr. 3, Fernspr. B 5 Barbarossa 9191, zu richten.

Typisierung der gummifreien Isolierpreßstoffe.

Gemäß dem am 20. Mai 1932 gefaßten Beschluß der Fachgruppe 20 (Preßstoffe) des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie wird die bisherige Typisierung der gummifreien Isolierpreßmassen (ETZ 1928, S. 1094) durch die nachfolgende ersetzt.

Die erste Einteilung der gummifreien Preßstoffe erfolgte im Jahre 1922 durch eine Klassifizierung (ETZ 1923, S. 137), deren erste Fassung später geringfügig abgeändert wurde (ETZ 1924, S. 730 und ETZ 1925, S. 979). Die Klassifizierung wurde im Jahre 1928 durch die bis

jetzt geltende Typisierung (ETZ 1928, S. 1094) ersetzt. An deren Stelle tritt nunmehr die nachstehende neue Typisierung. Sie unterscheidet sich von der bisherigen

1. durch Aufnahme neuer Typen (T, K, A, N, Y),
2. durch eine veränderte Reihenfolge,
3. durch Aufnahme der Zusammensetzung der Preßstoffe in die eigentliche Typisierungstabelle,
4. durch Änderung einiger Zahlenwerte bereits bisher in der Typisierung enthaltener Typen.

Typen wird es noch klarer, daß eine Rangordnung zwischen den Typen überhaupt nicht möglich ist. Die Reihenfolge in der Typisierungstabelle ist nunmehr entsprechend der Zugehörigkeit zu Gruppen gleicher bzw. ähnlicher Zusammensetzung erfolgt.

Die Zusammensetzung und Verarbeitungsart der Preßmassen wurde bisher nur in der Erläuterung der Typisierung erwähnt. Die Angaben wurden lediglich als in der Regel geltend bezeichnet. In der neuen Typisierung ist dagegen die Zusammensetzung mit Ausnahme derer der Typen 7, 8 und 4 verbindlich, d. h. die übrigen Typen sind nunmehr nicht nur durch ihre Eigenschaften, sondern auch durch ihre Zusammensetzung eindeutig charakterisiert. Die Verarbeitungsart (Preßtechnik) ist für alle Typen verbindlich. Es erleichtert dies in Zweifelsfällen die Identifizierung der Preßmassen. Wenn in der Spalte „Zusammensetzung“ für eine Preßmasse organische Füllstoffe angegeben sind, schließt dies nicht aus, daß neben dem organischen Füllstoff auch noch anorganischer Füllstoff oder Farbstoff verwendet wird.

Typisierung der gummifreien Isolierpreßstoffe[1].

Type	mechanische Eigenschaften		thermische Eigenschaften		elektrische Eigenschaften		Zusammensetzung	Verarbeitungsart
	Biegefestigkeit[2,4] mind. kg/cm²	Schlagbiegefestigkeit[2,4] mind. cmkg/cm²	Wärmefestigkeit[2,4] mind. Martensgrade	Glutfestigkeit[3,4] mind. Gütegrad	Oberflächenwiderstand[2,4] nach 24-st. Liegen in Wasser mind. Vergleichszahl	Sonderanforderungen[5]		
1	500	3,5	150	4	3		phenoplastisches Kunstharz m. anorg. Füllstoff	Warmpressung
O	600	5,0	100	2	3		phenoplastisches Kunstharz m. org. Füllstoff	Warmpressung
S	700	6,0	125	3	3		phenoplastisches Kunstharz m. org. Füllstoff	Warmpressung
T	600	12,0	125	2	3		phenoplastisches Kunstharz m. org. Gespinst als Füllstoff	Warmpressung
K	600	5,0	100	2	4		aminoplastisches Kunstharz m. org. Füllstoff	Warmpressung
7	250	1,5	65	1	3		Naturharz, natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. mineral. Füllstoff[6]	Warmpressung
8	150	1,0	45	3	3		natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. mineral. Füllstoff[6]	Warmpressung
A	300	15,0	45	1	3		Azetylzellulose mit oder ohne Füllstoff	Warmpressung
N	300	4,0	40	2	3		Nitrozellulose mit Füllstoff	Warmpressung
2	350	2,0	150	4	3		Kunstharz mit Asbest u. mineralischem Füllstoff	Kaltpressung
3	200	1,7	150	4	3		Kunstharz mit Asbest u. mineralischem Füllstoff	Kaltpressung
4	150	1,2	150	4	3		natürl. od. künstl. Bitumen m. Asbest u. mineral. Füllstoff[6]	Kaltpressung
Y	1000	5,0	400	5	4		Bleiborat m. Asbest u. mineral. Füllstoff	Warmpressung
X	150	1,5	250	5	—[7]		Zement oder Wasserglas mit Asbest u. mineral. Füllstoff	Kaltpressung

[1] Die Bezeichnung „Isolierpreßstoffe“ umfaßt auch die im Wege des Preßspritzverfahrens zu verarbeitenden Stoffe.

[2] Nach den „Vorschriften für die Prüfung elektrischer Isolierstoffe“ des VDE (Sonderdruck VDE 318). Die Prüfung erfolgt an Proben, die nach den in den Prüfvorschriften angegebenen Abmessungen gepreßt sind. Zur Herstellung der Probestäbe ist die Preßmasse sinngemäß in gleicher Weise wie zur Herstellung der fertigen Preßstücke zu behandeln.

[3] Nach den „Leitsätzen für die Bestimmung der Glutfestigkeit von Isolierstoffen“ des VDE (Sonderdruck VDE 507).

[4] Die Probestäbe dürfen im Durchschnitt keine geringeren Zahlen als die oben angegebenen Mindestwerte aufweisen. Unterschreitungen der unteren Grenzen durch Einzelwerte sind für die Wärmefestigkeit bis höchstens 5 %, für die Biegefestigkeit und Schlagbiegefestigkeit bis höchstens 10 % zulässig. Für den Oberflächenwiderstand und die Glutfestigkeit dürfen auch die Einzelwerte die festgesetzte Mindestzahl nicht unterschreiten.

Für die Typen sind lediglich die unteren Grenzen der maßgebenden Eigenschaften festgelegt. Überschreitungen dieser Grenzen nach oben sind zulässig, doch würde es dem Sinne der Typisierung widersprechen, wenn Preßmassen mit einer niedrigeren Type bezeichnet würden, obwohl ihre Eigenschaften regelmäßig denen einer höheren Type entsprechen.

[5] Für einige besondere Zwecke werden elektrische Sonderanforderungen gestellt. Diese erstrecken sich auf die dielektrischen Verluste, den Widerstand im Innern und den Oberflächenwiderstand. Die Prüfdaten für die elektrischen Sonderanforderungen sind aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich:

Elektr. Eigenschaft	Widerst. im Innern mind. 5000 MΩ	dielektrischer Verlustfaktor tg δ höchstens 0,1	Oberflächenwiderstand mind. 5000 MΩ
Prüfverfahren .	Sonderdruck VDE 455, § 10	Sonderdruck VDE 455, § 22	Sonderdruck VDE 318, II B 1
Versuchskörper	1 Normalplatte 150 × 150 mm (mit 5 Meßstellen)	2 Normalplatten	1 Normalplatte (ohne Abschleifen der Oberfläche)
Meßspannung .	110 V Gleichspannung	100 V Wechselspannung 800 Per/s	1000 V Gleichspannung
Meßzeit	20 s	—	60 s
Vorbehandlung	4 Tage in 80 % rel. Luftfeuchtigkeit bei 20 ° C (nach Sonderdruck VDE 459)		1 Tag in Wasser

Typen von gummifreien Isolierpreßstoffen, die außer den normalen mechanischen, thermischen und elektrischen Bedingungen noch den obigen elektrischen Sonderanforderungen genügen, führen die Typenbezeichnung mit einem Stern (Beispiel O*). Den Sonderanforderungen kann nicht durch alle Typen entsprochen werden.

[6] Die Zusammensetzung dieser Preßmassen kann auch von der oben angegebenen üblichen abweichen.

[7] Für die Type X ist eine Prüfung des Oberflächenwiderstandes nicht vorgesehen. Bei dieser Type kommt es nur auf den höheren Grad der Glutsicherheit und die hierdurch gewährleistete Lichtbogensicherheit an. Zu den eigentlichen Isolierstoffen gehört diese Type nicht.

In den Erläuterungen zur bisher geltenden Typisierung war bereits in Aussicht genommen, Preßmassen neuartiger Zusammensetzung, die sich in größerem Maßstabe einführen sollten, in die Typisierung einzuordnen. Es erscheint notwendig, eine Anzahl neuerdings entwickelter Preßmassen, die bisher als Sonderpreßmassen betrachtet wurden, in die Typisierung einzuordnen. Mit dem Zunehmen der Bedeutung der Typisierung der gummifreien Preßmassen in der Technik und im Handelsverkehr trat der Wunsch, möglichst nur typisierte Preßmassen zu verwenden, immer mehr hervor; diesem Wunsch wird nunmehr durch die neue Typisierung genügt.

Bereits bisher begründete die Reihenfolge der Typen in der Tabelle keine Rangordnung. Mit der Einführung mehrerer durch Buchstaben anstatt Ziffern bezeichneter

Änderungen in bezug auf die Grenzwerte der Eigenschaften sind erfolgt bei den Typen O, S und X, u. zw. sind bei O und S höhere Grenzwerte für die Biegefestigkeit und Schlagbiegefestigkeit eingesetzt, da tatsächlich

bei den Massen dieser Typen diese Werte ausnahmslos überschritten worden sind; für die die Wärmefestigkeit charakterisierenden Martensgrade sind bei diesen beiden Typen geringere Grenzwerte als bisher eingesetzt worden. Hierdurch wird indessen keine Ermäßigung der Anforderungen bedingt. Durch die in der Anmerkung 2 enthaltene, zur Klarstellung dienende Bestimmung, daß zur Herstellung der Probestäbe die Preßmasse sinngemäß in gleicher Weise wie zur Herstellung der fertigen Preßstücke zu behandeln ist, wird, da die meisten Isolierteile in nicht nachgehärtetem Zustande geliefert werden, das „Nachhärten" der Probestäbe der Typen O und S, das bisher allgemein angewandt wurde, ausgeschlossen. Ohne Nachhärtung erreichen Probestäbe von Preßmassen der Typen O und S, die mit Nachhärten 125 bzw. 150 Martensgrade erreichten, mit hinreichender Sicherheit nur die jetzt vorgeschriebenen Grenzwerte. Es muß aber ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß bei den Typen 1, O und S durch geeignetes Nachhärten der Probestäbe und Preßstücke wesentlich höhere Martensgrade erreicht werden können. Die Erhöhung des Grenzwertes für die Wärmefestigkeit von Type X bedeutet keine Erhöhung der Anforderungen. Auch bisher wurde der jetzt eingesetzte Grenzwert von den Preßmassen dieser Type erreicht. Es war indessen allgemein eine Prüfung über 150 Martensgrade hinaus nicht vorgesehen. Da jetzt für die Type Y der Grenzwert auf 400 Martensgrade festgesetzt ist, dient es zur Klarstellung über die tatsächlichen Verhältnisse, wenn auch für die Typen X der Grenzwert für die Wärmefestigkeit entsprechend erhöht wird.

Der Angabe der Wärmefestigkeit in Martensgraden entspricht die Prüfung mit der verhältnismäßig hohen Belastung von 50 kg/cm²; es können daher unter Umständen bei geringer mechanischer Beanspruchung Isolierteile unbedenklich bei höherer Temperatur verwendet werden als der Wärmefestigkeit der Preßmassen in Martensgraden entspricht.

Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie E. V.

Vitzthum. Frese.

SITZUNGSKALENDER.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin. 22. VII. 1932, nachm. 5½ h, gr. Hörsaal des Phys. Inst. der Universität, Reichstagsufer 7/8: 1. Vortrag F. Lange, „Über schnelle Kanal- und Kathodenstrahlen". 2. Vortrag W. Schulze, „Zum Entladungsmechanismus im Geiger-Müllerschen Zählrohr und sein Zusammenhang mit allgemeinen Eigenschaften der Glimmentladung".

Institut für Maschinenkunde und Elektrotechnik der Bergakademie Clausthal. 2 Ferienkurse unter Leitung von Prof. Süchting. Kurs I vom 12.... 17. IX. 1932 für maschinentechn. Übungen, Kursus II vom 26. IX.... 1. X. 1932 für elektrotechn. Übungen. Nähere Angaben vermittelt das „Auskunftsblatt", das durch das Institut auf Anforderung kostenlos übersandt wird.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

F. J. Sprague. — Am 25. d. M. feiert Frank Julian Sprague, der Pionier der elektrischen Bahnen, in New York seinen 75. Geburtstag. Er wurde 1857 in Milford, Conn., geboren, absolvierte ehrenvoll die Naval Academy,



Aufn. Zehme

Frank Julian Sprague.

machte darauf eine längere Europareise und war 1882 in die Jury der Ausstellung im Crystal Palace, London, für das Gebiet Dynamomaschinen, elektrisches Licht und Gasmaschinen berufen. 1883 verließ Sprague den Marinedienst und wurde Assistent von Edison in Menlo Park. 1884 gründete er die Sprague Electric Railway and Motor Co. und entwickelte hier das bekannte Sprague-System von elektrischen Straßenbahnen, als deren erste 1885/86 Richmond in Betrieb kam. Das System fand seinerzeit eine weite Verbreitung und wurde in Deutschland durch die AEG eingeführt. Daneben entwickelte Sprague auch die schnellfahrenden elektrischen Aufzüge. 1895 erfand er die Vielfachsteuerung elektrischer Züge, war maßgebend am Bau der Untergrundbahnen in New York beteiligt und Sachverständiger der New York Central für die Einführung des elektrischen Betriebes in New York, wobei er u. a. auch die bekannte Stromschiene mit Unterlauf entwarf, die später anderweitig bei Haupt- und Stadtbahnen vielfach Anwendung fand. Sprague war 1892/93 Vorsitzender des American Institute of Electrical Engineers und wurde später Ehrenmitglied dieses Vereins, des Franklin Institute und der Nat. El. Light Ass. Mehrere Universitäten und Hochschulen verliehen ihm den Titel des Ehrendoktors, und groß ist die Zahl der F. J. Sprague verliehenen Medaillen aller Art.

E. Karel. — Der bisherige Vorsitzende des Verbandes der Elektrizitätswerke in Wien, Dir. Ing. Eugen Karel, wurde gelegentlich der 29. Hauptversammlung des Verbandes im Juni d. J. zum Ehrenmitglied ernannt. Zum Vorsitzenden wurde Ing. Rudolf Beron gewählt.

L. Steiner. — Am 1. VIII. d. J. begeht Herr Dipl.-Ing. Lajos Steiner, Oberingenieur und Prokurist der Siemens-Schuckertwerke AG. in Berlin, sein 25jähriges Dienstjubiläum. Gleichzeitig damit scheidet er aus seiner Stellung als Leiter der Erdölindustrieabteilung der Firma aus, um sich seinen wissenschaftlichen und schriftstellerischen Arbeiten zu widmen und sich als technischer Berater bzw. Sachverständiger in der Elektrisierung der Erdölbetriebe zu betätigen. Bekannt ist sein Buch „Tiefbohrwesen, Förderverfahren und Elektrotechnik in der Erdölindustrie", das er auf Grund seiner reichen Praxis und einer mehrmonatigen Studienreise nach Venezuela und Kalifornien schrieb. Auch in der ETZ veröffentlichte er zahlreiche Beiträge über die Verwendung der Elektrizität im Bergwesen.

Auszeichnungen. — Herrn Hofrat Ing. Alfred Grünhut, dem Schriftleiter der Zeitschrift „Elektrotechnik und Maschinenbau", Wien, wurde das Große Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich verliehen. Die gleiche Auszeichnung erhielt der ehemalige Leiter der Elektrisierungsdirektion Ministerialrat Ing. Hugo Luithlen in Wien.

Hochschulnachrichten. — Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Wilhelm Wedding scheidet am 1. X. 1932 aus seiner Lehrtätigkeit an der T. H. Berlin aus. Für das von ihm dort u. a. vertretene Fach der Lichttechnik wurde den Herren Prof. Dr. M. Pirani, Ob.-Regierungsrat W. Dziobek und Obering. L. Schneider gemeinsam Lehrauftrag erteilt.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Geräuschmessung.

In Heft 23 der ETZ dieses Jahres trägt die Abb. 6 auf S. 562 die Unterschrift „Lärmmeßgerät nach Barkhausen". Dargestellt sind drei Kästen mit der Bezeichnung a) Mikrophon, b) Verstärker, c) Summer. Hierzu muß ich bemerken, daß allein der kleinste dieser drei Kästen, der mit „Summer" bezeichnet ist, den von mir angegebenen und von der Firma Siemens & Halske hergestellten Geräuschmesser darstellt. Die beiden anderen Kästen sind offenbar Zutaten von Herrn Dr. EISENBERG, die nicht nur die Apparatur erheblich komplizieren, sondern auch für eine absolute Geräuschmessung in Phon ungeeignet machen. Das Wesen des von mir angegebenen Geräuschmessers besteht darin, daß das zu

messende Geräusch unmittelbar mit dem Ohr aufgenommen und seine Lautstärke mit einem Normalgeräusch verglichen wird, dessen absolute Lautstärke in Phon geeicht ist und in genau geeichter Weise verändert werden kann. Durch die aus Mikrophon und Verstärker bestehenden Vorsatzgeräte geht aber die absolute Eichung verloren, denn die über den Verstärker dem Telephon zugeführten Ströme erzeugen ein Geräusch, das sich nicht nur mit dem Grade der Verstärkung ändert, sondern auch mit der Tonhöhe des Geräusches. Das in meinem Geräuschmesser verwandte Telephon ist nur für das Geräusch des Summers geeicht und gibt Geräusche anderer Tonhöhe verschieden stark wieder. Die Verhältnisse entsprechen etwa dem, als wenn man zu einem geeichten Meßinstrument einen ungeeichten Nebenschluß verwenden würde. Auch dann lassen sich natürlich noch relative Messungen ausführen. Man kann z. B. erkennen, ob ein bestimmtes Geräusch lauter oder leiser wird, aber eine absolute Angabe der Lautstärke in Phon ist nicht mehr möglich.

Außerdem findet sich in dem Artikel der Satz: „M. WIEN und H. BARKHAUSEN haben nun gefunden, daß die physikalische Schallstärke im Quadrat anwachsen muß, um als Lautstärkenzunahme empfunden zu werden.“ Ich muß gegen diese mir unverständliche Behauptung von mir aus Verwahrung einlegen.

Dresden, 24. VI. 1932. H. Barkhausen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Phasenkompensation in Drehstromanlagen. Ein Hilfsbuch f. prakt. Leistungsfaktor-Verbesserung. Von Ing. H. Rengert. Mit 98 Abb., V. u. 101 S. in 8⁰. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1931. Preis geh. 5 RM.

Das vorliegende Büchelchen behandelt die Phasenverschiebung in Drehstromanlagen und deren Aufhebung bzw. Bekämpfung durch die Betriebsmotoren oder durch Kondensatoren. Nach der Erläuterung der Phasenverschiebung an sich bespricht der Verfasser die Mittel zur Phasenkompensierung durch Drehstrom-Erregermotoren, kompensierte Motoren, Synchron- und Asynchronmaschinen und schließlich durch Kondensatoren. Beispiele erläutern das Gesagte.

Das Büchlein ist für Betriebsingenieure, Techniker, Meister und sonstige Praktiker bestimmt. Es dürfte diesen Berufskreisen nicht möglich sein, aus den ganz kurzen Betrachtungen über die Arbeitsweise der verschiedenen Motoren eine Vorstellung dafür zu erhalten, wie die Motoren elektrisch gebaut sind, um Blindstrom zu erzeugen. Dazu gehört eine entsprechende theoretische Vorbildung. Die Kondensatoren sind ausführlicher behandelt.

Immerhin wird das Werkchen für allgemeine Beurteilungen von Nutzen sein. H. Kyser.

Über die Frage der Erfindungshöhe. Von A. B. Bryn. Preisgekrönt u. herausg. auf Veranl. v. d. Polytekniske Forening Oslo. Mit VIII u. 103 S. in 8⁰. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1931. Preis geh. 8 RM.

Der Verfasser untersucht die üblichen Kriterien der Erfindungshöhe, die ein Patent rechtfertigen, aus dem Bestreben heraus, subjektive Momente soweit wie möglich auszuscheiden. Daran schließt sich eine Einteilung und Erörterung der Erfindungen hinsichtlich ihres Typs. Diese Untersuchungen erfolgen unter weitgehender Heranziehung der deutschen, englischen, amerikanischen und französischen Literatur und Rechtsprechung an durchweg sehr glücklich gewählten Beispielen. Die anschauliche Darstellungsart an der Hand zahlreicher praktischer Fälle wird nicht nur die Fachleute des gewerblichen Rechtsschutzes, sondern auch solche Ingenieure interessieren, die sich einmal grundsätzlich über die Bedeutung der Erfindungshöhe für die Patentfähigkeit einer Erfindung klar werden wollen.

Daß diese Arbeit eines Ausländers den quantitativ wie qualitativ bedeutenden deutschen Leistungen auf diesem Gebiete vollauf gerecht wird und in deutscher Sprache erschien, ehrt den Verfasser und die Herausgeberin, die Polytekniske Forening Oslo.

H. Herzfeld.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Siams Elektroeinfuhr. — Nach der Handelsstatistik Siams stand Deutschland bei der Elektroeinfuhr 1929/30 an zweiter, 1930/31 dagegen, wie die Übersicht zeigt, an erster Stelle:

Ursprungsland	Wert in Mill RM		Gewicht in t	
	1929/30[1]	1930/31	1929/30	1930/31
Deutschland	1,76	1,92	561	700
V. S. Amerika	1,79	1,29	367	318
Hongkong	1,16	1,28	214	312
England	1,43	1,05	866	420
Niederlande	0,18	0,39	50	45
Singapore	0,72	0,34	212	102
Japan	0,31	0,31	183	206
Penang	0,32	0,30	64	108
Belgien	0,22	0,19	103	111
Andere Länder	0,71	0,27	200	102
Insgesamt	8,60	7,54	2 821	2 424

In Wirklichkeit waren die Anteile der hauptsächlichsten Lieferländer größer, da die über Hongkong, Singapore und Penang bezogenen Sendungen hauptsächlich aus Deutschland, Großbritannien und den V. S. Amerika stammten. Fast die gesamte Einfuhr ging nach der Hauptstadt Bangkok, die das wichtigste Verbrauchszentrum des Landes darstellt.

Nach der deutschen Außenhandelsstatistik entfielen von der 1931 mit 0,85 Mill RM angegebenen Elektroausfuhr nach Siam 0,11 Mill RM auf elektrische Maschinen, 0,31 auf Kabel und 0,21 Mill RM auf Funkgeräte. Die Commerce Reports[2] nennen als wichtigste elektrotechnische Warengruppen für Deutschland Telegraphen- und Fernsprecheinrichtungen, schwere elektrische Maschinen, Haushaltsgeräte und Funkapparate, für die V. S. Amerika Batterien, Funkgeräte, Ventilatoren, kleinere Kühleinrichtungen und kleinere Maschinen, für die Niederlande Glühlampen und Funkgeräte. Der Anteil Belgiens an der Belieferung Siams wäre zweifellos geringer, wenn nicht das Elektrizitätswerk Bangkoks teilweise von belgischem Kapital kontrolliert würde. In den letzten Jahren wurden in Siam verschiedene kleinere Elektrizitätsanlagen errichtet, wobei sich außer deutschen auch amerikanische Firmen beteiligten. Der Absatz elektrischer Haushaltsgeräte ist zwar bis 1931 gestiegen, doch sind die Marktverhältnisse vielfach wenig günstig: erstens gelten in Bangkok als dem weitaus wichtigsten Markt verhältnismäßig hohe Stromtarife, zweitens sind die menschlichen Arbeitskräfte durchweg so billig, daß sich die Anschaffung elektrischer Waschmaschinen und ähnlicher Geräte wenig lohnt. *A. Fr.*

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[3]. — Für den Mai 1932 ergibt sich nachstehende Gruppenverteilung:

Waren	Mengen dz		Werte 1000 RM	
	Mai	Jan./Mai	Mai	Jan./Mai
Einfuhr:				
Elektrische Maschinen (einschl. Teile)	790	5 128	268	1 591
Elektrot. Erzeugnisse	1 371	8 905	1 429	8 729
Ausfuhr:				
Elektrische Maschinen (einschl. Teile)	32 187	142 680	8 037	36 131
Elektrot. Erzeugnisse	47 226	278 685	19 469	111 595

Die Einfuhr ist gegen die des Vormonats (2889 dz bzw. 2,157 Mill RM) um 728 dz (25 %) und 0,460 Mill RM (21 %), gegenüber dem Mai 1931 (4568 dz bzw. 2,689 Mill RM) um 2407 dz (53 %) und 0,992 Mill RM (37 %) zurückgegangen, während die Ausfuhr im Verhältnis zum April (78 293 dz bzw. 27,164 Mill RM) eine Steigerung um 1120 dz (1,4 %) und 0,342 Mill RM aufweist. Verglichen mit dem Parallelmonat des Vorjahres (92 454 dz bzw. 32,612 Mill RM) hat sich diese indessen um 13 041 dz (14 %) und 5,106 Mill RM (15,7 %) verringert. An Reparationssachlieferungen umfaßte der Export des Mai 7567 dz. In den abgelaufenen fünf Monaten zeigt die Einfuhr gegen die des gleichen Zeitabschnitts von 1931 eine Abnahme um 7309 dz (34 %) bzw. 5,144 Mill RM (33 %). Der Stückzahl nach sind 917 Lichtmaschinen usw. (2338 i. V.), 19 073 Dynamos, Elektromotoren usw. (25 994 i. V.), 2829 Bogen- usw. Lampen (4370 i. V.) sowie 2,785 Mill Metalldrahtlampen (2,436 i. V.) vom Ausland bezogen worden. Die Ausfuhr, einschl. 17 936 dz Reparationssachlieferungen, war um 129 569 dz (23,5 %) bzw. 46,727 Mill RM (24 %) schwächer als in der entsprechenden Periode des Vorjahres und lieferte 32 344 Lichtmaschinen usw. (26 126 i. V.), 237 086 Dynamos, Elektromotoren usw. (281 249 i. V.), 50 526 Bogen-

[1] Finanzjahr jeweils ab 1. IV.
[2] 1932, Nr. 16, S. 162.
[3] Vgl. ETZ 1931, S. 951; 1932, S. 591.

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz Mai 1932	Einfuhr in dz Januar/Mai 1932	Einfuhr in dz Januar/Mai 1931	Ausfuhr in dz Mai 1932	Ausfuhr in dz Januar/Mai 1932	Ausfuhr in dz Januar/Mai 1931
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	9	52	224	1 179*	3 181*	2 207*
907 b/g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer[1]; Transformatoren und Drosselspulen	751	4 787	8 432	29 781*	131 306*	109 953*
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	30	289	402	1 227*	8 193*	10 297*
908 a, b	Elektrizitätsammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	16	320	864	4 286*	14 309*	23 133*
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	196	1 234	1 887	14 831*	87 668*	183 889*
910 a/c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	14	59	82	107	821	1 078*
911 a	Metallfadenlampen	139	1 126	1 128	258	1 662*	3 485*
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	—	—	38	7	52	88
912 A1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	8	42	31	18	169	206
912 A2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittlungseinrichtungen; Bestandteile davon	19	133	199	1 620	6 037	8 065*
912 A3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	316	1 692	2 615	1 936*	16 119*	31 792*
912 A4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	54	378	634	1 316*	8 895*	10 184*
912 B	Bügeleisen; in der Ausfuhr auch Bestandteile davon	—	24	40	438	1 815	2 940
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate (ausgenommen 912 B); in der Ausfuhr auch Bestandteile davon	56	344	436	1 087	6 233*	6 825*
912 D	Röntgenröhren; in der Ausfuhr auch Bestandteile davon	3	16	20	20	136*	134*
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	45	476	611	1 617*	6 903*	7 266*
912 F1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	8	53	65	445*	3 605*	4 738*
912 F2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	428	2 601	3 266	15 624*	100 452*	107 661*
912 F3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgenommen 912 D)	65	332	263	648	4 003*	6 098*
912 F4	Galvanische (auch Trocken-)Elemente, elektr. und galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	4	14	88	942*	9 801*	19 268*
912 F5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a)	—	61	15	[6]	[6]	[6]
912 F6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	—	—	2	26	94	163
912 F7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe und Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	2 000	9 900*	11 453*
—	Elektrotechnische Erzeugnisse, unvollständig angemeldet	—	—	—	—	11	11
	Summe von Tarifunterabschnitt 18B: Menge in dz	2 161	14 033	21 342	79 413*	421 365*	550 934*
	Summe von Tarifunterabschnitt 18B: Wert in 1000 RM	*1 697*	*10 320*	*15 464*	*27 506**	*147 726**	*194 453**
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	24	88	82	33	135	8 844
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	3	18	16	51	285	321
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	7	43	54	375	2 356	3 392
648 d	Elektroden	103	1 388	895	7 190	57 985	85 558
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	—	—	—	1 257*	10 410*	21 911*
740 a	Glühlampenkolben	2	9	51	495	3 055	6 684
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	—	15	90	[9]	[9]	[9]
799 c	desgl. aus schmiedbarem Eisen	178	223	279			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	641	1 839	1 330	4 958*	31 926*	57 870
915 b4	Elektrokarren[8]	.	.	.	296	1 836	832

usw. Lampen (89 441 i. V.), 12,804 Mill Metalldrahtlampen (21,263 i. V.) sowie 0,142 Mill Kohlefaden- usw. Lampen (0,236 i. V.) über die Grenzen. Ihr Überschuß betrug 407 332 dz bzw. 137,406 Mill RM (529 592 dz bzw. 178,989 Mill RM i. V.).

fm.

[1] Quecksilberumformer s. Nr. 912 F 2. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen usw. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Isolationsgegenstände aus Ambroin, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroin, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art (auch Isolationsglocken) aus Steingut oder Porzellan. — [8] Einfuhr unter 915 b (Last-, Liefermotorwagen). — [9] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.

* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 27: Wer stellt Schraubstopfen für Akkumulatorenbatterie-Deckel her?

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Großzahlforschung und Elektrizitätswirtschaft", ETZ 1932, H. 27, ist auf S. 652 in Abb. 2 sowie in Spalte 2 unter 2. das Wort Meridianwert in Medianwert (Mittelwert) umzuändern.

Abschluß des Heftes: 15. Juli 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Selbsttätige Widerstands-Abschmelz-Schweißmaschine.

Mitteilung der AEG.

Seitdem die elektrische Widerstands-Stumpfschweißung in ihrer vervollkommneten Form als Abschmelz-Stumpfschweißverfahren in weitem Umfange zur Anwendung in der Reihenfabrikation gelangte, wuchs das Verlangen, neben einer Vereinfachung bzw. Mechanisierung des Einspann- und Stauchvorganges auch den eigentlichen Vorwärm-, Abschmelz- und Stauchprozeß selbsttätig zu gestalten, um neben höheren Stückleistungen einen gleichmäßigen Ausfall des Enderzeugnisses durch völlige Unabhängigkeit von der Geschicklichkeit des Schweißers zu erreichen.

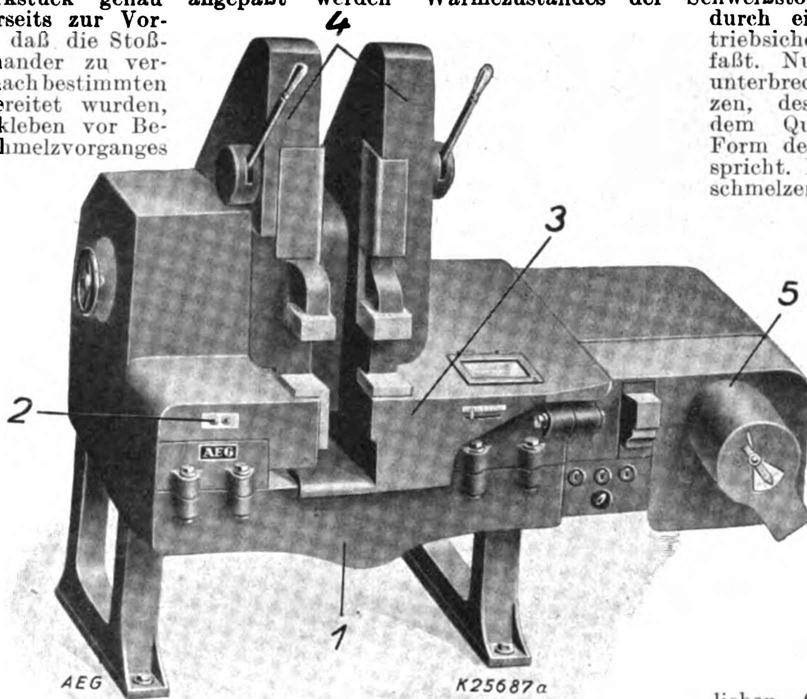
Bei den ersten selbsttätig arbeitenden Maschinen benutzte man für die Bewegung des Stauchschlittens Kurvenscheiben, die einerseits dem jeweils zu schweißenden Werkstück genau angepaßt werden mußten und anderseits zur Voraussetzung hatten, daß die Stoßflächen der miteinander zu verschweißenden Teile nach bestimmten Grundsätzen vorbereitet wurden, um ein Zusammenkleben vor Beendigung des Abschmelzvorganges und damit eine Ausschußschweißung zu vermeiden. Derartige Maschinen konnten daher nur als Sonderausführungen für die Reihenfertigung bestimmter gleichartiger Schweißgüter hergestellt werden.

Neuerdings hat die AEG eine selbsttätige Abschmelz-Stumpfschweißmaschine geschaffen, die das starre Kurvensystem vermeidet und das Verschweißen der verschiedensten Werkstücke und Profile ohne das umständliche und zeitraubende Auswechseln irgendwelcher Hilfsorgane, mit Ausnahme der in manchen Fällen erforderlichen profilierten Einspannbacken, gestattet. Das Anpassen des Abschmelz- und Stauchvorganges an das jeweils zu schweißende Werkstück erfolgt bei dieser Maschine lediglich durch Einstellen an Hand einer Skala. Die Maschine ist also nicht nur für Massenschweißungen gleichartiger Teile in der Reihenfabrikation geeignet, sondern sie kann als Universalmaschine für die verschiedensten Werkstücke, z. B. auch im Reparaturbetriebe verwendet werden.

Die Abb. zeigt die vollkommen selbsttätig arbeitende Abschmelz-Stumpfschweißmaschine für Querschnitte bis 3000 mm² in offenen Längen, bei der es durch eine sinnreiche Schaltung gelungen ist, die verschiedenen Wärmezustände selbsttätig zu erfassen, nach denen bisher der Schweißer im Handbetriebe die richtigen Zeitpunkte der Vorwärmung, Abschmelzung und Stauchung auswählte.

Die Maschine besteht in ihren wesentlichen Teilen aus dem Bett 1, dem aufgesetzten Spannlager 2, dem Stauchschlitten 3, den motorisch betätigten Spannorganen 4 und dem Stauchschlittenantrieb 5. Ein gesondert aufzustellender Schaltschrank dient zur Unterbringung der Regel- und Schaltvorrichtungen.

Nachdem der Schweißer die miteinander zu verbindenden Stücke in üblicher Weise zwischen die beiden Spannbackenpaare eingespannt hat, betätigt er zur Einleitung des Schweißvorganges einen Druckknopf. Nun beginnt die Schweißmaschine selbsttätig zu arbeiten. Der Stauchschlitten schiebt sich so weit nach links, bis die beiden Werkstückteile sich gerade berühren. Diese drucklose Kontaktberührung dauert nur eine kurze Zeit, worauf der Schlitten wieder zurückgeht. Es folgt dann so lange eine ständige Wiederholung des Vorschiebens und Zurückziehens des Stauchschlittens bzw. des dabei eintretenden kurzzeitigen leichten Berührens der Schweißflächen, bis deren Angleichen aneinander und ihre Vorwärmung genügend weit vorgeschritten sind. Dieser Zeitpunkt wird auf Grund des Wärmezustandes der Schweißstoßflächen selbsttätig durch ein sinnreiches, betriebsicheres Fühlorgan erfaßt. Nunmehr erfolgt das unterbrechungslose Abschmelzen, dessen Dauer jeweils dem Querschnitt und der Form des Schweißgutes entspricht. Nach beendetem Abschmelzen erfolgt das schlagartige Zusammenstauchen mit einem vorher einstellbaren, dem Schweißquerschnitt angemessenen Druck und unmittelbar darauf das selbsttätige Ausschalten. Wenn dann das fertig geschweißte Werkstück vom Schweißer ausgespannt ist, läuft der Stauchschlitten mit Schnellrücklauf in seine Ausgangstellung zurück.



1 = Maschinenbett, 2 = Spannlager, 3 = Stauchschlitten, 4 = Einspannvorrichtungen, 5 = Selbsttätiger Schlittenantrieb.

Selbsttätige Widerstands-Abschmelz-Schweißmaschine UMA 40, 80 kVA.

Die Maschine ist nach neuzeitlichen Gesichtspunkten in Walzstahlbauart ausgeführt und daher bei verhältnismäßig geringem Gewicht auch dem für eine gute Schweißung erforderlichen spezifisch hohen Stauchdruck gewachsen.

Die Führung des Stauchschlittens liegt in gleicher Ebene wie das Werkstück und erstreckt sich nahezu über die ganze Maschinenlänge. Dadurch sind neben einer besonders widerstandsfähigen Bauart gleichzeitig auch äußerst gleichförmige und genaue Schweißungen gewährleistet. Die Lage der Arbeitsebene läßt sich durch Auswechseln von abschraubbaren Maschinenuntersätzen in einem beliebigen Winkel zur Waagerechten einstellen.

Der Transformator der Schweißmaschine ist mit Wasserkühlung versehen, damit auch bei stärkerer Inanspruchnahme unzulässige Temperaturerhöhungen vermieden und damit eine gesteigerte Leistungsfähigkeit erzielt wird. Da die stromführenden Spannbacken aus Elektrolytkupfer mit Rücksicht auf die Genauigkeit der Schweißung einen möglichst geringen Verschleiß aufweisen müssen, haben auch sie Wasserkühlung. Auf diese Weise wird eine Rückleitung der Wärme von den Spannbacken durch die kurzen Zuleitungen hindurch zum Transformator unterbunden. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhange, daß Schäden durch Vergessen des Anstellens der Wasserkühlung nicht eintreten können, da die Maschine sich nur nach Einschaltung der Wasserkühlung in Betrieb setzen läßt.

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Elektro-Kaufmann techn. gut durchgeb., nachw. l. Verkaufskraft, übern. **Vertretungen f. d. Bezirk Frankfurt/M.** Ang. u. **E. 2720** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Elektr.-Dipl.-Ing. 30 J., (T. H. Hannover u. Darmstadt), deutsche u. amer. Praxis, 5¼ Jahre U.S.A., 2¾ J. Chef-Ing. b. am. El.-Masch.-Werk, ungek. Stellg., 3 amer. Patente, engl. u. franz. perf., sucht neuen Wirkungskr. i. In- od. Ausl., b. Industrie o. Lehranst. Ia Ref. u. Zeugn. Ang. erb. u. **E. 2713** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Elektroingenieur, Spezialist für

Kleinstmotoren

und Ventilatoren, sucht Wirkungskreis für Berechnung, Prüffeld od. Offertwesen. Angebote u. **E. 2723** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Tonfilm-

Spezialist, T. H. Dresden, Konstrukt. v. Lichtton-Wiedergabegerät., Vollnetzvorverstärkern, Kraftverstärkern jeder Leistung, große Einbauerfahrung, seit 4 J. auf d. Gebiete tätig, sucht per sof. od. spät. Wirkungskreis. Angeb. u. **E. 2719** an d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektro-Ingenieur

31 J., ldg., repräsentativ, 7j. umfassende Tätigk. b. Weltfirmen als I. Konstr. i. Bau u. Berechng. v. mittl. Gl.- u. Dr.-Masch. sowie Ausfg. größter Wasserkraftanlagen u. Turbogeneratoren, sucht Stellung in Untern. des In- oder Auslandes. Sicher in Mat.- und Schwing.-Fragen mit vorzl. theoret. Ausbldg.; mehrj. Werkst. u. Fabrikationserfg. i. El.-Masch.-Bau u. EW, perf. engl. u. franz. Sprachktn. Bewerber, befähigt u. gewandt bei organisat. u. prakt. Veranlg., verfügt über beste Zeugn. u. Refz. Gefl. Angeb. unter **E. 2725** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erb.

Mittelgroße Fabrik für elektrische Maschinen **sucht** für ein Filialkontor in London einen

Elektroingenieur

der naturalisierter Engländer (geb. Deutscher) ist oder geb. Engländer mit deutscher Ausbildung.

Es wollen sich nur Herren melden, die im Verkauf von elektr. Maschinen in England Erfahrungen besitzen und imstande sind, die technische und kaufmännische Leitung einer Londoner Filiale zu übernehmen. Bewerbungen mit Lebenslauf, Referenzen und Gehaltsansprüchen erbeten unter **E. 2727** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Wollen Sie etwas

günstig verkaufen? Dann ist das Beste, was Sie tun können, die Aufgabe einer „Kleinen Anzeige" in der ETZ. Die hohe Auflage unserer Zeitschrift und ihre allgemeine Verbreitung in Elektrofachkreisen bürgen für den Erfolg.

Techn. geb. **Kaufmann**

zielbewußt. Disponent und Organisator, gewandter Verhandlungsleiter, flotter Korrespondent, in Verkaufs- u. Werbepraxis sowie Verkehr m. Vertretern erfahren, scharfer Rechner, firm i. Rechnungs-, Lager- u. Karteiwesen usw. ges. — Ausf. Ang. m. Zeugnisabschriften, Lichtb. u. Ansprüchen unt. **E. 2726** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W 9.

Wir bitten bei Einkäufen u. Bestellungen auf die

E T Z

Bezug zu nehmen!

Ingenieurschule Ilmenau

in Thüringen. Maschinenbau und Elektrotechnik. Wissenschaftliche Betriebsführung. Werkmeisterabteilung.

Großfirma der Elektroindustrie sucht für Bezirk Halle einen

erstklassigen Ingenieur als selbständigen Vertreter

Das Arbeitsgebiet umfaßt sämtliche Erzeugnisse der Starkstromtechnik. Unbedingt seriöse, bei Industrie und Behörden nachweislich gut eingeführte, erfolgreiche Persönlichkeiten mit umfassenden Verkaufserfahrungen werden gebeten, gefl. Angebote mit Lichtbild, Zeugnissen und Referenzen zu richten an **ALA - Haasenstein & Vogler, Dresden,** unter **B. 108.** [2722]

Elektrot. Firma

seit über 25 Jahren in Berlin ansässig, **wünscht die Uebernahme der Generalvertretung einer Spezialfabrik für Groß-Berlin bzw. auch für Provinz Brandenburg.** Größere technische und kaufmännische Büros sowie eingearbeiteter Vertreterstamm vorhanden, vorzügliche Beziehungen zu Behörden, Elektrizitätswerken, Installateuren und industriellen Abnehmerkreisen. Es kommen nur Fabrikationsfirmen in Frage, die erstklassige Spezialartikel herstellen und wirklich leistungsfähig sind.
Angebote unter **E. 2724** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Drehstrommotor

für 5000 Volt, 50 Per., Leistung 500 kW, 490 U. p. M., offen oder geschützt, mit Grundplatte und Stehlagern, für direkte Kupplung, einschließlich Anlasser und Schalter, möglichst 2 Wellenstumpfe, nur in sehr gutem Zustand zu kaufen gesucht.
Angebote unter Angabe des Fabrikates, des Baujahres und des äußersten Preises unter **E. 2721** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 28. Juli 1932 | Heft 30

Der V. Internationale Elektrizitätskongreß zu Paris 1932.

Von S. **Kagan**, Berlin.

In der Zeit vom 5. bis zum 12. VII. d. J. veranstalteten in Paris die „Société Française des Electriciens", die „Société Française de Physique", das „Comité Electrotechnique Français" und die „Union des Syndicats de l'Electricité" unter Leitung der „Commission Electrotechnique Internationale" den V. Internationalen Elektrizitätskongreß. Den besonderen Anlaß bildeten die fünfzigjährige Wiederkehr der ersten Internationalen Elektrizitätsausstellung und des ersten Internationalen Elektrotechnikerkongresses in Paris im Jahre 1881, beides Ereignisse, welche für die Entwicklung der Elektrotechnik von höchster Bedeutung wurden.

Der Organisationsausschuß hatte den Arbeitsbereich des Kongresses durch Einschluß aller Grenzgebiete der Elektrotechnik recht weit gespannt, so daß eine Gliederung in nicht weniger als 13 Sektionen vorgenommen werden mußte:

1. Sektion. — Wissenschaft der Elektrizität und des Magnetismus. Allgemeine Theorien. Nichtleiter. Leiter. Radioaktivität. Magnetische Körper.
2. Sektion. — Elektrische Meßkunde:
   1. Untersektion: Einheiten und Eichmaße; absolute elektrische Maße.
   2. Untersektion: Laboratoriumsmessungen, industrielle Messungen und Versuche mit Maschinen.
3. Sektion. — Erzeugung und Umwandlung der elektrischen Energie.
4. Sektion. — Übertragung und Verteilung der elektrischen Energie.
5. Sektion. — Elektrische Zugförderung. Elektrische Antriebe.
6. Sektion. — Elektrische Beleuchtung. Lichtmessung.
7. Sektion. — Elektrochemie. Elektrometallurgie. Elemente und Akkumulatoren.
8. Sektion. — Draht-Fernverbindungen.
9. Sektion. — Hochfrequenz- und Funktechnik.
   1. Untersektion: Grundlagen, Funktechnik, Bildübertragung usw.
   2. Untersektion: Funkverkehr.
10. Sektion. — Radiobiologie. Elektrobiologie:
    1. Untersektion: Strahlenkunde und -therapie.
    2. Untersektion: Elektrobiologie.
11. Sektion. — Atmosphärische Elektrizität. Erdmagnetismus.
12. Sektion. — Verschiedene Anwendungen der Elektrizität.
13. Sektion. — Geschichte der Elektrizität und elektrotechnischer Unterricht.

Insgesamt sind in den einzelnen Sektionssitzungen über 300 Fachberichte erstattet worden, zu denen noch zahlreiche Mitteilungen und Diskussionsbemerkungen hinzukommen. Dieses ganze Material wird der Fachwelt in einer umfassenden Veröffentlichung, den „Comptes Rendus du Congrès International d'Electricité de 1932" zugänglich gemacht werden.

Greift man die Namen einiger der bekanntesten Berichter dieses Kongresses heraus, so u. a. Atkinson, de Broglie, B. S. Cohen, Frau Curie, Debye, Emde, Fermi, Kennelly, Küpfmüller, Langmuir, Lombardi, McLennan, v. Miller, Millikan, Pirani, Richardson, Rüdenberg, Schrödinger, Sommerfeld, Vallauri, K. W. Wagner, Zeeman, so dürften bereits diese wenigen Angaben das rege Interesse erklären, das die in- und ausländische Fachwelt diesem Kongreß entgegenbrachte und das rein äußerlich in der starken Beteiligung zum Ausdruck kam. Nicht weniger als 31 Staaten aller Erdteile hatten über 1300 Teilnehmer entsandt, 17 Staaten waren durch offizielle Delegierte vertreten.

Die Eröffnungssitzung fand am Dienstag, dem 5. VII. vormittags, im großen Pleyel-Konzertsaal, beim Etoile, statt. Der Obmann des Organisationsausschusses, Paul Janet, Mitglied der französischen Akademie der Wissenschaften und Direktor der Ecole Supérieure d'Electricité, eröffnete die Sitzung mit einer Begrüßung der in- und ausländischen Kongreßteilnehmer. Sodann wurde die Wahl der Kongreßleitung vorgenommen. Auf Vorschlag Lombardis wurde Janet zum Präsidenten des Kongresses gewählt. Er verlas zunächst ein Begrüßungstelegramm Enströms, des Obmannes der Internationalen Elektrotechnischen Kommission, und schlug sodann dessen Wahl zum Ehrenpräsidenten vor, die mit großem Beifall angenommen wurde. Hiernach schritt man zur Wahl der Vizepräsidenten. Gewählt wurden: Cabrera (Spanien), Corbino (Italien), Verschaffelt (Belgien), Feldmann (Holland), Joye (Schweiz), Kaan (Österreich), Karpen (Rumänien), Kennelly (V. S. Amerika), Nicolaieff (UdSSR.), Lackie (England), von Miller (Deutschland), Schjolberg-Henriksen (Norwegen), Staniewicz (Polen), Takanadate (Japan), Vidmar (Jugoslawien). Schließlich wählte die Versammlung zum Generaldelegierten R. de Valbreuze, den verdienstvollen Organisator des Kongresses, und zu Generalsekretären Jouvion und Leblanc.

Nunmehr wurde das Wort K. W. Wagner erteilt, der folgende Ansprache hielt: „Im Namen des Elektrotechnischen Vereins habe ich die Ehre dem Internationalen Elektrizitätskongreß ein Exemplar des Buches „Die Einführung der internationalen Maße der Elektrotechnik" von Wilhelm Jäger zu überreichen. Diese Veröffentlichung ist der Erinnerung an die großen grundlegenden Arbeiten auf dem Gebiete der elektrischen Einheiten gewidmet, die durch den Pariser Internationalen Elektrizitätskongreß im Jahre 1881 begonnen und durch die folgenden in Paris in den Jahren 1882 und 1884 und in Chikago im Jahre 1893 abgehaltenen Kongresse fortgesetzt wurden. Die fünfzigjährige Wiederkehr des ersten Internationalen Elektrotechnikerkongresses, die wir gegenwärtig feiern, gab uns den Anlaß, dieses kleine Buch herauszugeben, in dem die Entwicklung der elektrischen Einheiten und ihrer Normalien in großen Zügen geschildert wird. Dieses Buch ist geschmückt mit den Bildern berühmter Gelehrter unseres Fachgebietes, z. B. Andrè Marie Ampère, Charles Augustin de Coulomb, Alessandro Volta, Hans Christian Oersted, Georg Simon Ohm, Michael Faraday, James Clerk Maxwell und anderer." Er schloß mit der Bitte, diese Ehrengabe zum Gedächtnis unserer großen Ahnen, die vor fünfzig Jahren die Einheiten geschaffen haben, anzunehmen.

Janet dankte für die Aufmerksamkeit, die der Elektrotechnische Verein dem Kongreß erwiesen habe, und bat den besonderen Dank des Kongresses dem Verfasser auszurichten, dessen hervorragendem Fachwissen die Elektrotechnik erhebliche Fortschritte auf dem Gebiete des Meßwesens verdankte.

Am Nachmittag des gleichen Tages versammelten sich die Kongreßteilnehmer im festlich beflaggten Auditorium Maximum der Sorbonne, wo unter Vorsitz des französischen Staatspräsidenten, Herrn Albert Lebrun, die feierliche Eröffnungssitzung des Kongresses stattfinden sollte. Als der Staatspräsident unter den Klängen der Nationalhymne, die von einem Orchester der republikanischen Garde gespielt wurde, seinen Platz einnahm, war der Saal vollkommen gefüllt. Auf der Ehrentribüne nahmen neben ihm Platz de Monzie, Minister für

Volksbildung, Queuille, Minister des Post- und Telegraphenwesens, zahlreiche Mitglieder des diplomatischen Corps, Senatoren, Abgeordnete, sowie das Präsidium des Kongresses. So bot denn der Sitzungssaal, umrahmt von den Standbildern der großen französischen Denker und Forscher Richelieu, Pascal, Rollin, de Sorbon, Descartes und Lavoisier ein glänzendes Bild.

Der französische Staatspräsident eröffnete die Festsitzung mit einer kurzen Begrüßungsansprache und erteilte hierauf das Wort dem Präsidenten des Kongresses.

Janet dankte zunächst dem Staatspräsidenten als Fachgenossen für die hohe Ehre, die er dem Kongreß durch seine Anwesenheit erwiesen habe, und schilderte sodann in großen Zügen die Entwicklungsgeschichte der Elektrotechnik im vorigen Jahrhundert. Dabei stellte er den ersten Pariser Internationalen Elektrotechnikerkongreß als einen Wendepunkt hin, dessen bleibendes Verdienst es war, die gerade aufblühende Elektrotechnik vor einem Wirrwarr in Fragen der Einheiten und Maße gerettet zu haben. Hierauf ergriff er die Gelegenheit dieses historischen Rückblickes, um die Erinnerung an die hervorragendsten Gelehrten, die am ersten Kongreß teilgenommen hatten: v. Helmholtz, Kirchhoff, Clausius, Gramme, Rowland, Mascard, Lord Kelvin, Lord Rayleigh, Ferraris u. a. m. wachzurufen. Besonders herzliche Worte widmete er den wenigen noch am Leben befindlichen Teilnehmern des Kongresses von 1881. Er nannte den Namen d'Arsonval, der leider durch Familienverhältnisse an der persönlichen Anwesenheit verhindert war, den Senator Menier, einen der Veranstalter der ersten Elektrizitätsausstellung, und setzte sodann, zu O. von Miller gewandt, seine Rede durch folgende Begrüßungsansprache fort: „Gestatten Sie mir, meine Herren, einen jener Pioniere der Elektrotechnik, von denen ich soeben gesprochen habe, seine Exzellenz Herrn Oskar von Miller, der an der Ausstellung und am Kongreß des Jahres 1881 teilgenommen hat und den wir glücklich sind heute unter uns zu sehen, aufs herzlichste zu begrüßen. Herr von Miller hat jenes Heldenzeitalter miterlebt, in dem, wie er sich selbst jüngst ausdrückte, die ganze Elektrotechnik noch in den Kinderschuhen steckte. Seit jener Zeit ist die Elektrotechnik mit Riesenschritten vorwärts gegangen, und O. von Miller ist einer von denen, die mit am meisten zu ihrem Fortschritt beigetragen haben."

Diese Würdigung der großen Verdienste unseres Altmeisters wurde von der Versammlung mit lautem Beifall unterbrochen.

Zum Schluß warnte Janet vor zu weitgehender Spezialisierung, betonte, daß es mit eine der wichtigsten Aufgaben des Kongresses sei, derartige tödliche Isolierungen einzelner Fachgebiete zu beseitigen, und ließ seine Rede in eine Aufforderung zu fruchtbarer Zusammenarbeit aller Kongreßteilnehmer im Dienste der Wissenschaft ausklingen.

Es war ein denkwürdiger Anblick, als der Schöpfer des Deutschen Museums, mit spontanem Beifall begrüßt, in seinem und zugleich im Namen aller ausländischen Teilnehmer für die vorangegangenen Ansprachen durch den Präsidenten der Republik und des Kongresses dankte. O. von Miller bat sodann um Entschuldigung, daß er nicht mehr so gut wie vor fünfzig Jahren französisch spreche, um in deutscher Sprache fortfahrend an die ungeheure Begeisterung zu erinnern, die seinerzeit die erste Internationale Elektrizitätsausstellung und der erste Internationale Elektrotechnikerkongreß in der ganzen Welt ausgelöst hatten. Er schloß seine Ansprache, die lebhaften Widerhall fand, mit den Worten: „Ich möchte im Namen aller Nationen danken, daß die Pariser Ausstellung es war, die ein Zeitalter der Elektrotechnik geschaffen hat."

Nach Erteilung des Wortes durch den Staatspräsidenten sprach hierauf der französische Unterrichtsminister, de Monzie. Auch er schilderte zunächst an Hand einiger Beispiele, so der elektrischen Beleuchtung und des Telephons, die ungeheure Entwicklung der Elektrotechnik in der Zeit seit dem ersten Pariser Kongreß, um sodann mit besonderem Nachdruck auf jenen Punkt hinzuweisen, den der heutige Kongreß mit dem vor fünfzig Jahren gemeinsam habe: die mustergültige, für alle übrigen Wissensgebiete vorbildliche Zusammenarbeit zwischen Theorie und Praxis, die für die Elektrotechnik heute wie ehemals bezeichnend sei, und der sie vor allem ihren unerhörten Siegeszug zu verdanken habe. Mit einer literarischen Parabel fortfahrend, erklärte er: „Renan hat großartig den Dienst der Wissenschaft am Volke darzustellen gewußt. Jeder Ihrer Kongresse aber ist anschaulicher als die Schilderung Renans, denn jeder Ihrer Kongresse läßt die direkte, unmittelbare Beziehung erkennen, die zwischen den verschiedenen Arten des Erfindergeistes, zwischen der Entdeckung und ihrer Verwertung, zwischen dem Prinzip und seiner Anwendung besteht. Sie allein, meine Herren, setzen wirklich, wie es sich ziemt, Martha und Maria auf die gleiche Stufe." Mit einem Ausspruch Mommsens beschloß der Minister seine rednerisch meisterliche Ansprache, die starken Beifall auslöste.

Hiernach hielt Abraham, Präsident der ersten Sektion des Kongresses, eine längere Vorlesung über die Entwicklung der verschiedensten Teilgebiete der Elektrotechnik in den letzten Jahren, insbesondere der Atomphysik und der Lehre vom Licht.

In seiner Schlußansprache drückte der französische Staatspräsident die lebhafte Freude aus, die ihm die Teilnahme an der Eröffnungsitzung bereitet habe. Sodann beglückwünschte er die veranstaltenden Vereine und dankte den offiziellen Delegierten der fremden Staaten. „Ich kann Ihnen nur wünschen," schloß er seine Rede, „Ihren Weg zum Besten der Menschheit mit jener heiteren Ruhe fortzusetzen, die allein die materiellen Interessen entrückte Forschung mit sich bringt."

Den Abschluß des Tages bildete ein musikalischer Galaabend im Theater Sarah Bernhardt, den die Fédération Nationale de Radiodiffusion zu Ehren der Kongreßteilnehmer veranstaltete und der von allen französischen Sendern übertragen wurde. Besonderen Beifall erntete das Singspiel „Die Krönung der Muse", dessen Komponist Charpentier persönlich dirigierte.

Nachdem bereits am Eröffnungstage des Kongresses Fachsitzungen der Sektionen 1, 5, 6 und 8 begonnen hatten, setzte am 2. Kongreßtage, Mittwoch, dem 6. VII., die wissenschaftliche Kongreßarbeit in vollem Umfange ein. Nach einem sorgfältig ausgearbeiteten Arbeitsplan hielten täglich in der Zeit von 9 ... 12 h 30 vormittags und 14 h 30 bis 18 h nachmittags je 5 Sektionen Sitzungen ab. Trotz der großen Hitze, die während der ganzen Kongreßdauer herrschte, bewiesen der starke Besuch der Fachsitzungen sowie die regen Diskussionen im Anschluß an die vorgetragenen Berichte den Arbeitseifer der Kongreßteilnehmer. Eine besondere Erwähnung verdient das große Geschick, mit dem die Präsidenten der Sektionen ihre gewiß nicht einfache Aufgabe erfüllten, die große Zahl der Berichte und die daran geknüpften Diskussionen in der verhältnismäßig kurzen zur Verfügung stehenden Zeit abzuwickeln.

Es ist natürlich unmöglich, schon hier auf den Inhalt einzelner Fachberichte einzugehen. Nur so viel möge zur allgemeinen Kennzeichnung des Kongresses gesagt werden, daß auf ihm keine grundsätzlich neuen Erkenntnisse vorgetragen und keinerlei Beschlüsse gefaßt wurden. Seine Bedeutung liegt vielmehr, soweit sie überhaupt bereits beurteilt werden darf, in einer umfassenden Darstellung des gegenwärtigen Standes der Erkenntnis auf allen theoretischen und praktischen Gebieten der Elektrotechnik.

An den folgenden Tagen fanden neben den Arbeitssitzungen ebenfalls eine ganze Reihe von Empfängen, Besichtigungen und Ausflügen statt, die erfahrungsgemäß die beste Gelegenheit bieten, persönliche Fühlungnahme und Aussprache mit Berufsgenossen zu pflegen. Alle diese Veranstaltungen sind dank der vorsorglichen Tätigkeit des Organisationsausschusses, dem uneingeschränktes Lob gebührt, unter den denkbar günstigsten Umständen verlaufen. Besonderen Dank verdienen ferner die staatlichen, kommunalen und privaten Unternehmungen, die ihre Pforten den Kongreßteilnehmern geöffnet haben.

Am Mittwoch, dem 6. VII., vormittags, unternahmen die Damen einen Ausflug nach Versailles, den Schlössern von Trianon sowie deren Umgebung. Zur gleichen Zeit besichtigten die Herren das der Société d'Electricité de Paris gehörende Kraftwerk Saint-Denis II. Der Vorsitzende des Verwaltungsrates, Ulrich, begrüßte die Erschienenen und schilderte die Entwicklung des Kraftwerks. Während die ursprüngliche, im Jahre 1904 installierte Maschinenleistung 15 000 kW betragen hatte, ist sie im Laufe der Zeit auf 130 000 kW erhöht worden. Um den ständig wachsenden Bedarf zu decken, sei die Gesellschaft im Begriff, neben dem alten Kraftwerk ein neues zu errichten. Die Leistung dieses noch im Bau befindlichen Kraftwerks Saint-Denis II soll 400 000 kW betragen. Hiervon sind allerdings erst 150 000 kW installiert, u. zw. in Form von drei Turbogeneratoren mit einer Leistung von je 50 000 kW. Die wichtigsten technischen Daten lauten wie folgt: Dampfdruck 54 atü bei 450 ... 475 °C, Klemmenspannung des Drehstromes 10 500 V, die auf 60 000 bzw. 220 000 V hochtransformiert wird. Zu erwähnen ist noch, daß zur Kesselfeuerung ausschließlich Kohlenstaub dient.

Die sehr interessante Besichtigung fand ihren Abschluß im Schaltraum, in dem den Teilnehmern ein Frühstück geboten wurde.

Am Nachmittag des gleichen Tages fand für die Damen eine Rundfahrt durch Paris statt, während die Herren Gelegenheit hatten, die Einrichtungen der Pariser Untergrundbahn kennen zu lernen. Beide Veranstaltungen litten unter Zeitmangel, da für 16 h 30 ein Empfang im Rathaus vorgesehen war. Dennoch hatten die Teilnehmer Gelegenheit, ein älteres und das neueste Umformerwerk der Untergrundbahn zu besichtigen. Letzteres enthält drei Quecksilberdampf-Gleichrichter für je 1200 kW Leistung, die zum Umformen von Drehstrom von 10 000 V in Gleichstrom von 600 V dienen.

Der darauf folgende Empfang im Rathaus wurde durch eine Ansprache des Bürgermeister von Paris, de Fontenay, eingeleitet, der die Erschienenen namens der Stadtverwaltung und der Bürgerschaft herzlich willkommen hieß. Er unterstrich sodann die Vorzüge elektischer Beleuchtung, der die Stadt ihren Beinamen „ville lumière" verdanke und die ihre Schönheit erst im wahren Sinne des Wortes ins rechte Licht gerückt habe. So sei es ihm denn eine Freude, schloß de Fontenay, den aus aller Welt versammelten Elektrotechnikern dafür im Namen der Stadt zu danken.

Der nächste Redner überbrachte den in- und ausländischen Fachgenossen die Glückwünsche des verhinderten Präfekten des Seine-Departements und betonte gleichfalls die führende Rolle der Elektrotechnik im Gesamtbild unserer Zivilisation. Sodann ergriff Janet das Wort, um im Namen aller Kongreßteilnehmer seinen Dank für die vorangegangenen Begrüßungsansprachen auszudrücken. Zum Bürgermeister gewandt, erklärte er, die heutige Aufnahme bedeute nur eine würdige Fortsetzung der großen Tradition der Hauptstadt Frankreichs, die seit dem 16. Jahrhundert gewohnt sei, in ihren Mauern große Kongresse zu sehen, auf denen Weltgeschichte gemacht werde.

Der Führer der amerikanischen Delegation, Kennelly, schloß sich den Ausführungen des Kongreßpräsidenten an und sprach die Hoffnung aus, daß die historische Bedeutung des gegenwärtigen Elektrizitätskongresses hinter der des ersten Pariser Kongresses im Jahre 1881 nicht zurückbleiben werde.

An den darauf folgenden Imbiß schloß sich eine sachkundige Führung durch das Rathaus an. Der Empfang wurde mit einer Eintragung in das goldene Buch der Stadt Paris beschlossen.

Am Donnerstag, dem 7. VII., war ein ganztägiger Ausflug der Kongreßteilnehmer mit ihren Damen nach dem Schloß Fontainebleau vorgesehen, mit dem am Vormittag die Besichtigung der Umformerstationen von Villejuif und Chevilly, am Nachmittag die des Großsenders Sainte Assise verbunden waren. Die Umspannwerke dienen der Umformung der aus den Wasserkraftwerken Eguzon und Massif gelieferten Hochspannung von 90 000 bzw. 150 000 V auf 60 000 V. Für diese Spannung sind nämlich die Hochspannungskabel des Pariser Netzes bemessen, die in beiden Umspannwerken münden.

Der am Nachmittag besichtigte Großsender Sainte Assise der Compagnie Radio-France umfaßt im wesentlichen zwei große Sendeanlagen, eine ältere für lange Wellen und eine jüngeren Ursprungs für kürzere. Auf langen Wellen arbeiten ein Europa- und vier Überseesender. Die Antennenleistung des Europasenders beträgt 25 kW und wird mit 4 Hochfrequenzmaschinen erzeugt. Die Maschinenleistung der Überseesender beträgt 2 · 250 kW und 2 · 500 kW. Die Antennenabmessungen sind recht erheblich, erreicht doch die Antenne des Überseesenders eine Gesamtlänge von 3 km, während die Höhe der Antennentürme 250 m beträgt. Zum Langwellensender gehören ferner einige kleinere Röhrensender.

Die Kurzwellen-Sendeanlage gliedert sich gleichfalls in zwei Teile: einen 10 kW-Sender für Telegraphie zusammen mit einem 15 kW-Sender sowohl für Telegraphie als auch Telephonie, sowie zwei weitere Sender, von denen der eine mit 15 kW dem Funkverkehr mit Saigon (Hinterindien) dient, während der zweite mit einer geringeren Leistung für den Schiffsfunk bestimmt ist. Die Empfangseinrichtungen befinden sich in Villecresnes, in etwa 20 km Entfernung von Sainte Assise. Beide Orte sind sowohl untereinander als auch mit der Zentrale in Paris durch besondere Übertragungskabel verbunden. Zum Schluß sei noch die Größe des Geländes erwähnt, über das sich der Großsender erstreckt: 450 ha.

Für die deutschen Teilnehmer fand ebenfalls am Donnerstag, dem 7. VII., nachmittags, ein Empfang in der deutschen Botschaft statt. Botschafter von Hoesch, der liebenswürdige Hausherr im ehemaligen Palais der Josephine de Beauharnais, begrüßte zwanglos die zahlreich erschienenen Mitglieder der deutschen Delegation, darunter O. von Miller. Nur zu schnell verging bei angeregter Unterhaltung die kurze Rast im herrlichen Botschaftsgarten.

Bereits wenige Stunden später versammelten sich 250 Kongreßteilnehmer im Palais d'Orsay zum offiziellen Bankett, das die französische Staatsregierung ihnen zu Ehren veranstaltete. Der Abend nahm als gesellschaftlicher Höhepunkt des Kongresses einen harmonischen und anregenden Verlauf. Nach einer kurzen Ansprache Janets erwiderten im Namen der ausländischen Delegierten Clarence P. Feldmann und O. von Miller. Mit besonders klarer Stimme gab letzterer aus dem reichen Schatze seiner Erinnerungen ein abgerundetes Bild des ersten Pariser Elektrotechnikerkongresses, um sodann wie folgt fortzufahren: „Wenn wir morgen hingehen, um eine Wundermaschine zu sehen, und wenn wir in die einzelnen Sektionssitzungen gehen, so hören wir mit Staunen, womit unsere Kollegen sich heute beschäftigen, womit sie es heute wagen, sich zu beschäftigen. Wir können stolz sein auf die Fortschritte, die wir gemacht haben, und uns über die Ernte freuen, die aus der Saat aufging, die wir vor 50 Jahren gesät haben. Ich hoffe, daß die Jüngeren in 50 Jahren auch anfangen werden, diesen Kongreß von 1932 den Grundstein einer neuen Epoche zu nennen." Diese Ausführungen wurden von den Anwesenden mit lebhaftem Beifall aufgenommen.

In Vertretung des verhinderten Unterrichtsministers richtete sodann im Namen der Regierung der Staatssekretär im Ministerium für öffentliche Arbeiten, Gourdeau, Begrüßungsworte an die Teilnehmer des Kongresses. „Frankreich ist stolz," erklärte er, „unter den Anwesenden die besten und berühmtesten Ingenieure und Wissenschaftler von über 30 Staaten zu begrüßen." Nachdem er die Wissenschaft als sicherstes und beständigstes Mittel der Annäherung der Völker bezeichnet hatte, hob er sein Glas auf den Fortschritt und das Gedeihen der geistigen Elite der Menschheit. Im späteren Verlauf wurde der Abend durch Musikvorträge belebt, die lauten Beifall auslösten.

Auch am folgenden Tage, Freitag, dem 8. VII., wurde ein ganztägiger Ausflug mit Damen, diesmal nach dem Schlosse Chantilly und dem Condé-Museum, unternommen, der ebenfalls mit der Besichtigung eines Großsenders, in Pontoise, verbunden war. Die Teilnehmer an dieser Besichtigung wurden vom Chefingenieur der Funkabteilung im Postministerium, Picault, empfangen. Nach einer kurzen Begrüßungsansprache schilderte er in groben Umrissen den Aufbau der Sendeanlagen, die eine starke Ähnlichkeit mit dem Großsender Sainte Assise aufweisen. Besonderes Interesse der Teilnehmer erweckte ein mit anerkennenswerter Offenheit gezeigter, noch im Bau befindlicher Sender. Drei Einzelheiten waren es vor allem, die die Aufmerksamkeit der Fachleute auf sich zogen: Erstens eine Brückenanordnung, mit der eine weitgehende Anpassung der durch die Antennenspeiseleitung gebildeten Belastung an die letzte Verstärkerstufe erreicht wird, zweitens eine Gleichstrommaschine für 10 000 V mit einer Leistung von 40 kW und schließlich ein Präzisionswellenmesser mit selbsttätiger Temperaturregelung.

Für diejenigen Mitglieder des Kongresses, die nicht an dieser Besichtigung teilnahmen, fanden am Nachmittag Führungen durch das Pariser Kraftwerk Nation und durch das Gleichrichterwerk Vendôme statt. Ersteres ist besonders interessant durch seine Transformatoren, die mit Induktions-Spannungsreglern versehen sind.

Ebenfalls am Nachmittag wurde das Office Central Electrique besichtigt. Diese aus dem Werbungsgedanken für elektrotechnische Erzeugnisse heraus geborene Einrichtung stellt ein großzügiges Mittel dar, die breite Öffentlichkeit mit den zahllosen Anwendungen der Elektrizität im täglichen Leben vertraut zu machen.

Die am Abend des gleichen Tages im Vereinhaus der Société des Ingénieurs Civils de France abgehaltene Festsitzung wurde von dem zu gleicher Zeit in Paris tagenden IV. Kongreß der Union internationale des productuers et distributeurs d'énergie électrique in Verbindung mit der Société Française des Electriciens veranstaltet und war ausschließlich dem Thema: „Ausgleich elektrischer Energie durch Wasserspeicherung" gewidmet.

Am Sonnabend, dem 9. VII., wurde ein Tagesausflug mit Damen unternommen, dessen Ziel das Tal der Chevreuse bildete, und der wiederum mit der Besichtigung eines Senders, des Poste Parisien, verbunden war.

Zu gleicher Zeit bestand die Möglichkeit, das erst kürzlich fertiggestellte Kraftwerk Saint-Ouen zu besichtigen.

Am Nachmittag desselben Tages hatten die an den Arbeiten des CCI (Comité Consultatif International des

Communications Téléphoniques à Grande Distance) interessierten Kongreßteilnehmer Gelegenheit, im Musée des Arts et Métiers den sogenannten Ureichkreis (Système fondamental européen de référence pour la transmission téléphonique) zu besichtigen. Dieser stellt ein absolutes Normal zur Prüfung von Fernsprechelementen dar, dem die Eichkreise der einzelnen im CCI vertretenen Postverwaltungen nachgebildet sind.

Anschließend fand eine Besichtigung des elektrostatischen Laboratoriums im Conservatoire des Arts et Métiers statt, bei der dessen Direktor, Chaumat, Nachfolger Deprez', eine Reibungselektrisiermaschine vorführte, mit der Spannungen bis zu 500 000 V erzeugt werden können.

Den Abend beschloß eine Galavorstellung in der Oper, bei der „L'Illustre Fregona" von Laparra, nach Motiven von Cervantes, zur Aufführung gelangte. Starken Beifall lösten besonders die Tanzeinlagen aus.

Am Sonntag, dem 10. VII., konnten nach Wahl Ausflüge an die Königsschlösser der Loire oder nach Rouen unternommen werden.

Am Montag, dem 11. VII., fand eine Besichtigung des Kraftwerks Arrighi der Union d'Electricité statt. Auch dieses Kraftwerk ist noch nicht fertiggestellt und soll bis zu einer Gesamtleistung von 500 000 kW ausgebaut werden.

Der am Nachmittage unternommene Ausflug nach Malmaison hinterließ bei allen Teilnehmern einen starken Eindruck, vor allem dank der lebendigen Schilderung des Abschiedes Napoleons von seiner Familie nach der Schlacht von Waterloo, eine Szene, die der Konservator der Malmaison, Bourguignon, meisterhaft vor den Augen seiner Zuhörer entstehen ließ.

Anschließend wurden die Kongreßteilnehmer von Georges Claude, dem Erfinder der Neonröhren, gastfreundlich empfangen.

Am Abend des gleichen Tages fand im Circle Interallié ein Tanzabend statt, der einen sehr angeregten Verlauf nahm.

Am Dienstag, dem 12. VII., nachmittags, wurde die Schlußsitzung des Kongresses abgehalten. In seiner Ansprache wies Janet darauf hin, daß der Kongreß für jeden Teilnehmer eine schwere Anstrengung bedeutet habe, daß dieses Opfer aber gebracht werden müsse, um von Zeit zu Zeit Fachleuten verschiedener Teilgebiete der Elektrotechnik Gelegenheit zu geben, einander kennen und verstehen zu lernen. „Neben einem wahren Denkmal unseres heutigen Wissens auf allen Gebieten der Elektrotechnik, das Ihre Arbeit errichtet hat," schloß der Präsident des Kongresses, „sind es auch hohe moralische Werte, Freundschaftsbande und gegenseitiges Verständnis, die dem Kongresse eine unvergängliche Bedeutung sichern."

Über Schnellaufladung von Akkumulatoren-Batterien.

Von Dr. A. E. Lange, Hagen i. W.

Übersicht. Im Anschluß an die Beschreibung der z. Z. meist angewendeten Lademethode wird die als Schnellaufladung bezeichnete Methode erörtert, bei der dauernd mit konstanter Batteriespannung gearbeitet wird; die hiermit erzielbaren Vorteile werden besprochen.

Bei lange zurückliegenden Arbeiten (1913) des Laboratoriums der Accumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft (AFA) war im Anschluß an ein Spezialprojekt das alte, bereits von Heim[1] untersuchte Verfahren der Aufladung von Akkumulatoren bei konstanter Batteriespannung erneut eingehend untersucht und dabei festgestellt worden, daß diese Lademethode für bestimmte Zwecke von großem Vorteil sein kann. Die Methode fand aber fast keine Einführung, weil einerseits kein besonderes Bedürfnis dafür vorlag und man anderseits den Leitungsnetzen bzw. den stromliefernden Maschinen nicht die Belastung zumuten wollte oder konnte, die für eine wirtschaftliche Durchführung dieser Methode notwendig ist. Zum Teil glaubte man auch, in Verkennung der elektrochemischen Vorgänge im Akkumulator, diesem so starke Belastungen auf die Dauer nicht zumuten zu dürfen. Besondere auf dem Gebiete der Speichertriebwagen liegende Interessen gaben die Veranlassung zur Prüfung der Anwendbarkeit bei großen Triebwagen-Elementen, über die im nachstehenden berichtet werden soll.

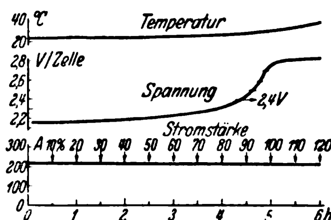


Abb. 1. Ladung eines voll (100 %) entladenen Akkumulators mit konstantem Strom.

Zur näheren Erklärung sei hier etwas näher auf die Einzelheiten der verschiedenen Lademethoden bei Akkumulatoren eingegangen. Den Verlauf der Ladespannung eines Akkumulators bei Ladung mit konstanter Stromstärke, die nur noch in äußerst wenigen Fällen und dann fast ausschließlich bei kleinen Zellen ausgeführt wird, zeigt Abb. 1. Zu den Abb. 1 ... 6 sei bemerkt, daß die Schaulinien sich alle auf Elemente ein und derselben Type beziehen und daß die bei den einzelnen Zeitabschnitten verzeichneten Zahlen angeben, wieviel Prozent der vorher entnommenen Strommenge bis zu diesem Zeitpunkt wieder in den Akkumulator hineingeschickt sind. Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich die Zahlen auf eine vorhergehende 5stündige Entladung. Bei stationären Batterien benutzt man bei dieser Lademethode meistens den 3stündigen, bei transportablen und Traktionsbatterien den 3 ... 10stündigen Entladestrom als Ladestrom. Aus dem Schaulinienverlauf der Abb. 1 ist zu ersehen, daß bei rd. 2,4 V ein starkes Ansteigen der Spannung eintritt, das hervorgerufen wird durch die bei dieser Spannung auftretende bekannte Gasabscheidung an den Platten. Bis zu dieser Spannung, der sog. Gasspannung, wird mit Ausnahme der geringen Wärmeerzeugung (Joulesche Wärme) die gesamte elektrische Energie, die in den Akkumulator hineingeschickt wird, zur Rückbildung des bei der Entladung entstandenen Bleisulfates ($PbSO_4$) in metallisches Blei (Pb) an der negativen Platte und Bleisuperoxyd (PbO_2) an der positiven Platte verbraucht, also fast quantitativ in chemische Energie umgewandelt. Die Weiterladung mit konstantem Strom, über die Elementspannung von 2,4 V hinaus, bedingt in allen Fällen Verluste, die im wesentlichen durch die elektrolytische Zersetzung des Wassers bedingt sind. Bis zur Erreichung der Gasspannung sind bei Verwendung des 5stündigen Stromes im Mittel etwa 80 ... 87 % der vorher entnommenen Strommenge wieder in den Akkumulator hineingeschickt; die Restladung muß dann unter Erhöhung der Ladespannung, d. h. unter Energieverlust erfolgen. Eine solche Ladung dauert bei einem Ladekoeffizienten von 110 % und bei Verwendung des 5stündigen Stromes 5½ h.

Man muß aber bei allen Lademethoden hin und wieder einen derartigen Verlust in Kauf nehmen, d. h. den Akkumulator bis zu einer über 2,4 V liegenden Klemmenspannung von 2,7 ... 2,8 V aufladen, da andernfalls die vollständige Rückbildung des Bleisulfates zu lange dauert bzw. nicht vollständig sein würde. Das Fortlassen solcher Überladungen oder Ausgleichladungen, wie sie häufig genannt werden, würde aber gleichbedeutend sein mit einem allmählichen Nachlassen der Kapazität.

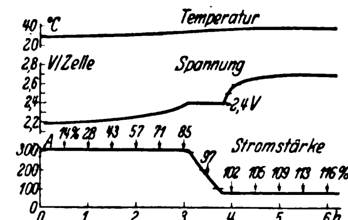


Abb. 2. Ladung eines voll (100 %) entladenen Akkumulators mit abgestuftem Strom.

Der Weg zu einer wirtschaftlicheren Lademethode ist durch das vorher Gesagte schon angedeutet. Für eine wirtschaftliche, d. h. möglichst verlustlose Ladung muß man also dafür sorgen, daß die Spannung des Akkumulators nicht oder nur wenig über die Gasspannung steigt. Zum Teil wird diese Bedingung bei den derzeitigen Lademethoden, die man als Ladungen mit abgestuftem Strom bezeichnen kann, besonders bei Traktionsbatterien, wie z. B. bei Triebwagen, Elektromobilen,

[1] Heim, ETZ 1900, S. 269, 288, 309, 329, 347, 391, 416, 438, 463, 487 und 504.

und auch bei größeren stationären Batterien angewendet, indem man zunächst mit konstantem Strom bis 2,4 V je Zelle lädt, dann diese Spannung bei sinkender Stromstärke beibehält, bis der Strom etwa ¼ seiner Anfangsstärke erreicht, und dann unter Konstanthaltung dieser Stromstärke bis zu Ende auflädt, wobei dann die Elementspannung bis rd. 2,7 V ansteigt. Eine kräftige Gasung ist bei der hierbei auftretenden höheren Spannung nicht zu vermeiden, sie ist, wie bereits gesagt, für die Durchführung einer vollständigen Aufladung, d. h. für die Rückbildung des Bleisulfates in Blei bzw. Bleisuperoxyd auch von Vorteil. Abb. 2 zeigt den schematischen Verlauf von Strom, Spannung und Temperatur bei dieser Lademethode.

Diese zur Zeit viel und mit bestem Erfolge angewendete Lademethode, die je nach den Bedingungen des Betriebes noch Variationen zuläßt, bedingt aber eine dauernde Überwachung der Strom- und Spannungsverhältnisse. Man ist zwar an vielen Stellen schon dazu übergegangen, diese verschiedenen Stromregelungen durch Relais und Uhrwerke, die von der Batteriespannung betätigt werden, zu bewirken (Pöhler-Schalter[2] usw.). Immerhin ist auch bei dieser Lademethode eine nicht unbeträchtliche Zeit von etwa 4 ... 8 h für die Ladung erforderlich.

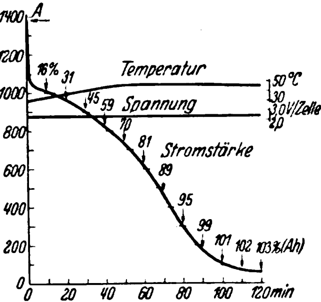


Abb. 3. Ladung eines voll (100 %) entladenen Akkumulators bei konstanter Klemmenspannung von 2,5 V.

Eine dritte Methode der Ladung ist die mit konstanter Batteriespannung. Sie beruht im wesentlichen darauf, daß der Batterie von Anfang an eine Spannung aufgedrückt wird, die so hoch ist, daß sie gerade die Gasspannung erreicht oder um ein Geringes überschreitet und auf dieser einmal eingestellten Höhe selbsttätig konstant gehalten wird. Betrachtet man nun den Ladevorgang, so liegt auf der Hand, daß, wenn man einer Zelle, die eine von dem Ladezustand abhängige, mehr oder minder niedrige Säurekonzentration und damit zusammenhängend eine EMK von beispielsweise 1,98 bis 2,02 V hat, eine Spannung von 2,4 ... 2,5 V aufdrückt, bei dem äußerst geringen ohmschen Widerstand von einigen $10^{-4}\,\Omega$ im Augenblick des Einschaltens ein sehr starker Stromstoß erfolgen muß. Dieser Stromstoß tritt tatsächlich auf und kann unter Umständen die 10 ... 15fache Größe des normalen Ladestromes erreichen. Er wird aber sofort stark gedämpft durch die momentan auftretende Polarisationsspannung des Akkumulators und durch den ohmschen Widerstand des Leitungsnetzes und der Verbindungsstellen, der im allgemeinen wesentlich höher ist als der ohmsche Widerstand der Batterie. Bei den von der AFA angestellten eingehenden Versuchen betrug der erste auftretende Stromstoß bei vollentladenen Elementen etwa das 6fache des normalen Ladestromes, dauerte aber nur kurze Zeit, so daß eine Gefährdung der Leitungen und des Akkumulators nicht eintrat. Dieser erste sehr hohe Stromstoß ist für die Aufladung nach dieser Methode wegen seines kurzen Anhaltens nicht notwendig und kann also durch einen kurzzeitig vorgeschalteten Beruhigungswiderstand oder dadurch gedämpft werden, daß man die Spannung des Stromerzeugers von der offenen Batteriespannung an so steigert, daß nach einer relativ kurzen Zeit von etwa 1 min an den Klemmen der Batterie die vorgesehene Spannung von 2,4 ... 2,5 V je Zelle vorhanden ist.

Zur besseren Klarlegung des Ladevorganges soll er an Hand der Abb. 3 besprochen werden. Dieses Schaubild stellt die Ladung eines vollentladenen Elementes dar bei einer konstanten Klemmspannung von 2,5 V. Der erste Stromstoß betrug, soweit er mit einem normalen Drehspulinstrument verfolgbar war, rd. 1400 A, d. i. für die untersuchte Elementtype das etwa 4½fache des normalen Ladestromes. Der Strom fällt dann innerhalb von 10 min auf 1000 A und dann innerhalb von 2 h allmählich auf 52 A. Die bei den verschiedenen Zeitabschnitten an der Stromlinie vermerkten Zahlen geben an, wieviel Prozent der vorher dem Element entnommenen Strommenge in Amperestunden wieder in die Zelle hineingeschickt werden konnten, wenn die Spannung an den Klemmen des Elementes konstant auf 2,5 V gehalten wurde. Aus dem Verlauf der Stromlinie ist zu entnehmen, daß bereits nach 1 h rd. 80 % der herausgenommenen Amperestunden wieder in das Element eingeführt werden konnten, und daß nach Verlauf von 2 h 103 % erreicht waren. Von dieser Strommenge sind die Verluste in Abzug zu bringen, die infolge Gasung und Erwärmung entstehen. Aus den bei diesem Versuch angestellten Messungen hat sich ergeben, daß diese Verluste in dem dargestellten Fall nicht mehr als 3 ... 4 % betrugen, so daß man mit einem Wirkungsgrad von 97 ... 96 % in Amperestunden rechnen kann. Nach Verlauf von 1 h betrugen die gemessenen Verluste nicht mehr als 1 % der in den Akkumulator hineingeladenen Amperestunden. Der Nutzeffekt in Wattstunden ist bei dieser Lademethode ebenfalls wesentlich günstiger als bei jeder anderen Methode, weil das letzte Ende der Ladespannungskurve fortfällt, d. h. das Stück von 2,4 ... 2,75 V, welches den Nutzeffekt immer ungünstig beeinflußt.

[2] Vgl. ETZ 1926, S. 929.

Abb. 3 stellt den Verlauf der Ladung eines vollentladenen Elementes (Stromentnahme gleich 100 % der Garantie) dar. Für weniger stark entladene Elemente, wie z. B. ⅔ und ⅓ entladene, ist der Verlauf der Stromkurve etwas anders und wird in Abb. 4 und 5 zur Darstellung gebracht. Die Zeiten, in denen hier die Vollladung im wesentlichen beendet ist, betragen rd. 90 bzw. 70 min. Die Stromverluste bewegen sich bei diesen weniger entladenen Elementen in derselben Größenordnung wie bei dem vollentladenen Element. Für Elemente, die schon eine Zeitlang im Betriebe waren, stellen sich die Ladezeiten noch etwas günstiger als bei den angeführten Beispielen (Abb. 3 ... 5).

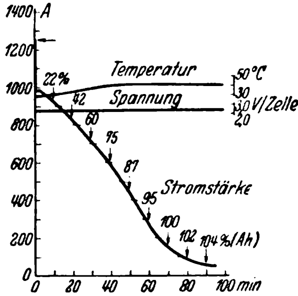


Abb. 4. Ladung eines ⅔ (66 %) entladenen Akkumulators bei konstanter Klemmenspannung von 2,5 V.

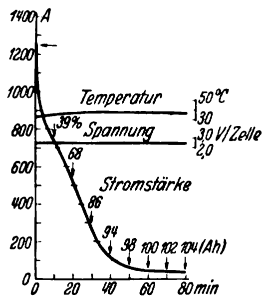


Abb. 5. Ladung eines ⅓ (33 %) entladenen Akkumulators bei konstanter Klemmenspannung von 2,5 V.

Aus diesen wenigen Beispielen, die willkürlich einer großen Versuchsreihe entnommen sind, aber ziemlich ungünstige Grenzfälle darstellen, geht ohne weiteres die Bedeutung dieser Schnelladenmethode hervor, besonders für solche Fälle, in denen die Batterie mehr als ein- oder zweimal am Tage geladen und entladen wird, oder bei denen auf Zwischenstationen oder in Betriebspausen eine kurzzeitige aber kräftige Nachladung erfolgen soll.

Die im Anfang der Ladung auftretenden hohen Stromstärken können den Akkumulator weder in elektrochemischer noch in mechanischer Hinsicht schädigen. Es ist dabei als selbstverständlich vorausgestellt, daß entsprechend den höheren Strömen die Plattenfahnen, die Verbindungslamellen zwischen den einzelnen Elementen sowie die Zuleitungskabel richtig bemessen sind. Der einzige Umstand, der eine mehr als doppelte Ausnutzung der vollen Batterieleistung behindern könnte, ist die bei der Ladung auftretende Erwärmung, die nicht größer ist als bei der derzeitigen Lademethode, die aber durch geeignete Aufstellung und Belüftung der Batterie sehr stark kompensiert werden kann und muß. Eine nachteilige Beeinflussung der Batterie ist auf Grund der früher angestellten Dauerversuche mit Elektromobilbatterien nicht zu erwarten.

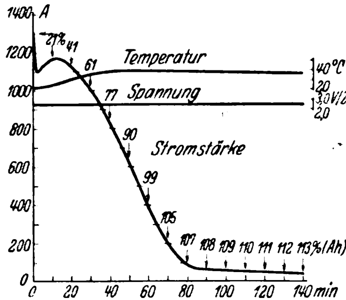


Abb. 6. Ladung eines tief entladenen Akkumulators mittels Großgleichrichters bei konstanter Klemmenspannung von 2,5 V.

Was nun die Anwendung dieser Methode in der Praxis anlangt, so ist Voraussetzung, daß eine Stromquelle zur Verfügung steht, die es ermöglicht, in den ersten 20 ... 30 min der Ladung bei konstant bleibender Spannung eine Stromstärke in 3 ... 5facher Höhe des nor-

malen Ladestroms zu entnehmen, eine Forderung, die ohne allzu große Schwierigkeiten heute möglich ist. Man könnte also beispielsweise in den Triebwagen-Ladestationen mehrere Umformer bzw. Gleichrichter parallel schalten, da man ja den ersten sehr hohen Stromstoß nicht sofort ungedämpft auf die Batterie zu geben braucht.

Kürzlich vorgenommene Versuche, eine normale Triebwagenbatterie der AFA von 168 Elementen der Type 8 TM 645, mit der über 100 Speichertriebwagen für 300 km Fahrbereich der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft ausgerüstet sind, mittels Großgleichrichters zu laden, zeitigten einen vollen Erfolg. Es fiel durchaus nicht schwer, durch besondere einfache Maßnahmen die Batteriespannung, trotzdem der Gleichrichter bei Beginn der Ladung stark (30 %) überlastet wurde, innerhalb ganz geringer Schwankungen auf 2,5 V je Element, zuzüglich der Spannungsverluste in den Verbindungen und Zuleitungen, konstant zu halten. Der Stromverlauf und die in der Batterie auftretende Temperatur sind durch Abb. 6 dargestellt. Der Batterie waren vorgängig mit dem 2stündigen Entladestrom 932 Ah entnommen worden, so daß sie als stark entladen angesehen werden konnte. Dementsprechend ist auch die Stromaufnahme in den ersten 30 min relativ groß. Aus den bei den verschiedenen Zeitabschnitten angegebenen Prozentzahlen geht hervor, daß unter Berücksichtigung der unvermeidlichen kleinen Gas- und Wärmeverluste, die bei diesen Versuchen allerdings nicht messend verfolgt wurden, hier bereits die Volladung nach 80 ... 90 min als beendet angesehen werden kann.

Will man mit einem solchen Gleichrichter eine selbsttätige Schnelladung vornehmen, so muß nur durch eine geeignete Apparatur, wie ein Uhrwerk, einen Minimalausschalter oder durch einen Amperestundenzähler, die Ladung rechtzeitig unterbrochen werden.

Eine etwa alle 8 ... 14 Tage vorzunehmende Ausgleichladung mit schwachem Strom bis zur Erreichung einer Spannung von rd. 2,75 V je Element wird sich nach dem oben Gesagten zwecks Dauererhaltung der Kapazität auch bei dieser Lademethode nicht vermeiden lassen, vor allem, wenn die Batterie häufige in ihrer Größe nicht kontrollierbare Teilladungen erhalten hat.

Es würde sich empfehlen, diese Schnelllademethode nunmehr in größerem Maßstabe in der Praxis zu erproben. In Betracht kommen als Anwendungsgebiete Batterien für Triebwagen, Rangierlokomotiven, Lastkarren und Elektromobile.

Verwendung eines Oszillographen für die Prüfung der Streckenmagnete zur induktiven Zugbeeinflussung.

Von A. Kammerer, Berlin.

Übersicht. Die Streckenmagnete der induktiven Zugbeeinflussung nach dem Resonanzprinzip werden mit einem einschleifigen Oszillographen geprüft, durch den der primäre Strom (Lokomotivstromkreis) während der Beeinflussung aufgenommen wird. Der Oszillograph hat nur eine Meßschleife mit permanentem Feld.

Die seit mehreren Jahren von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft fortgesetzten Bestrebungen, in Verbindung mit den bestehenden Sicherungsanlagen eine selbsttätige Zugbeeinflussung[1] zu schaffen, durch die ein unachtsames Überfahren von Haltesignalen vermieden werden soll, haben dazu geführt, daß heute rd. 2300 km Strecke und 98 Lokomotiven mit einer derartigen zusätzlichen Sicherungseinrichtung versehen sind. Für die Ausrüstung mit Zugbeeinflussung kamen fürs erste einige der wichtigeren Fernstrecken in Betracht und anderseits auch solche Strecken, die große Zugdichte aufweisen, bzw. Abschnitte, bei welchen eine gewisse Unübersichtlichkeit vorliegt. Zur Zeit werden Versuchslokomotiven, zum Teil aber schon fahrplanmäßige Züge mit Zugbeeinflussung gefahren. Unter den versuchten Übertragungsystemen ist gegenwärtig das nach einem elektromagnetischen Prinzip gebaute Wechselstrom-Resonanzsystem[2] am weitesten fortgeschritten und gegenüber anderen Systemen in bei weitem größtem Umfang eingebaut. Der auf der rechten unteren Tenderseite angebrachte Übertragungsteil besteht aus einem länglichen, lamellierten und mit einer Wicklung versehenen Eisenkern, der in einem Silumingehäuse eingebaut ist. In dem Gehäuse befindet sich außerdem noch ein mit Kern und Wicklung vergossener Kondensator. Kondensator, Kernwicklung und ein Wechselstromrelais liegen in Reihe an der Spannung eines Wechselstrom-Synchrongenerators, dessen Frequenz mit dem erwähnten Stromkreis in Resonanz steht. Die Beeinflussung geschieht durch „Gleismagnete", die an bestimmten Punkten der Strecke, und zwar seitlich des Gleises angebracht sind. Diese Magnete sind ähnlich wie der oben erwähnte Lokomotivmagnet ausgebildet, nur daß ihnen äußerlich keine Spannung aufgedrückt wird und daß das Relais fehlt. Während der Kondensator des Lokomotivmagneten mit Glimmerzwischenlagen ausgeführt ist, wurde der Kondensator der Streckenmagnete, da er nur vorübergehend beansprucht wird, mit Rücksicht auf den Preis als Papierkondensator hergestellt. Lokomotiv- und Gleismagnet sind unten bzw. oben, d. h. also an der Austrittstelle der magnetischen Kraftlinien, mit einer wetterbeständigen Platte aus Pertinaxleinen abgedeckt. Dieser Stoff besitzt außerordentliche Festigkeit, so daß man aus ihm sogar Zahnräder herstellt. Die Eigenfrequenz des Streckenkreises ist gleich der Eigenfrequenz des Lokomotivkreises bzw. gleich der Nennfrequenz des Generators. Soll durch den Streckenmagneten Fahrtimpuls gegeben werden, so wird der Kondensator des Streckenmagneten kurz geschlossen. Das Öffnen (Haltstellung) bzw. Schließen (Fahrtstellung) geschieht durch einen Kontakt am Signalflügel, der zu diesem Zweck durch eine Leitung (Kabel) mit dem Streckenmagneten verbunden ist. Die magnetischen Kraftlinien treten bei Kopplung von Strecken- und Lokomotivmagnet aus letzterem aus und durchdringen den Gleismagneten; dieser erzeugt ein Gegenfeld, das auf den Lokomotivmagneten zurückwirkt und dort eine Verminderung des Wechselstromes herbeiführt, wodurch endlich der Abfall des Wechselstromrelais und weitere Betätigungen im Führerstand, d. h. selbsttätige Bremsung, Führerstandsignale usw., ausgelöst werden. Bei Fahrtimpuls ist die Wirkung so geringfügig, daß ein Abfall des Wechselstromrelais nicht eintreten kann.



Abb. 1. Ansicht des Oszillographen.

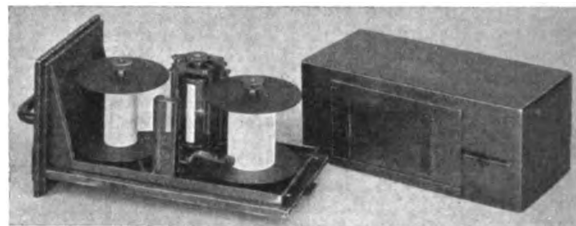


Abb. 2. Kassette.

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1333 u. 1359; 1930, S. 741 u. 1244; 1929, S. 777; 1928, S. 1005, 1357 u. 1790 usw.

[2] ETZ 1927, S. 1551 u. 1555.

Obgleich nun die Gleismagnete, welche der Witterung ganz besonders ausgesetzt sind, auf die denkbar sorgfältigste Art und Weise hergestellt werden, muß doch in gewissen Zeitabständen eine Überprüfung gerade dieser Teile stattfinden. Will man sich nun ein Bild über den Zustand der Magnete einer Strecke machen, so muß natürlich jeder Streckenmagnet einzeln nachgemessen werden. Die Messung hätte z. B. so vor sich zu gehen, daß man mit Hilfe eines Stromzeigers feststellt, wie groß die Stromsenkung im Lokomotivstromkreis bei Haltimpuls ausfällt. Dabei ist Voraussetzung, daß der Lokomotivmagnet in gutem Zustand ist und die Frequenz des Wechselstromes während der Messung dauernd den richtigen Wert von 1000 Hz hat. Es ist ferner gut, wenn man mit den betriebsmäßigen Spannungen und Strömen mißt, die in unbeeinflußtem Zustand im Lokomotivstromkreis 33 V und 1,0 A betragen. Um Irrtümer auszuschließen, ist es zweckmäßig, die Messungen nicht mit zeigenden, sondern mit schreibenden Instrumenten

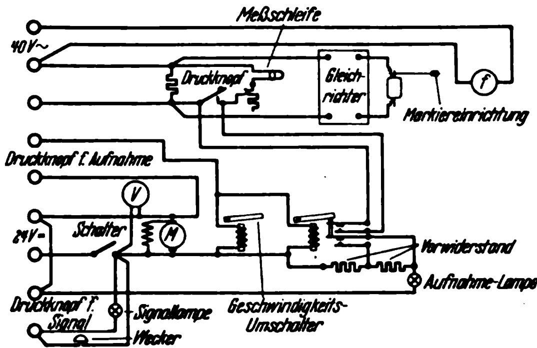


Abb. 3. Schaltbild.

durchzuführen. Bedenkt man nun, daß man bei längeren Fernstrecken mit mehreren hundert Magneten zu rechnen hat, so ergibt sich, daß man das Meßgerät am besten auf einem Fahrzeug unterbringt, was schon mit Rücksicht auf das Gewicht und die Bequemlichkeit der Messungen empfehlenswert ist. Die zur Zeit im Handel erhältlichen schreibenden Meßgeräte (Tintenschreiber) haben verhältnismäßig lange Einstellzeiten, so daß man bei Verwendung eines derartigen Instruments für die vorliegende Aufgabe nur sehr geringe Fahrgeschwindigkeiten erreichen könnte. So wird man notgedrungen dazu geführt, an Stelle eines schreibenden Meßgeräts den Oszillographen zu verwenden. Der Oszillograph hat sich z. B. als registrierendes Meßgerät in dem elektrischen Meßwagen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft auch während der Fahrt als durchaus brauchbar erwiesen. Es ist nur dafür zu sorgen, daß mit Rücksicht auf die Erschütterungen des Wagens Oszillographenschleifen verwendet werden, deren Eigenfrequenz nicht zu tief liegt. Bezüglich der Fahrgeschwindigkeit des Meßwagens bestehen praktisch keine Grenzen. Da dieser Meßwagen jedoch für seinen eigentlichen Zweck, nämlich für Versuche an elektrischen Lokomotiven, benötigt wird, so hat sich die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft entschlossen, zur Prüfung der Streckenmagnete der induktiven Zugbeeinflussung ein leicht transportables und verhältnismäßig billiges Gerät herstellen zu lassen.

Die Anfertigung dieses Geräts lag in Händen des Wernerwerks der Siemens & Halske AG. Das Gerät besitzt nur eine einzige Schleife mit permanentem Erregerfeld und ist so groß, daß es als Handgepäck aufgegeben bzw. im Bedarfsfalle für den Versand auch in das Wagenabteil mitgenommen werden kann. Der Papiervorschub der Aufnahmekassette erfolgt durch einen kleinen Motor, der mittels eines Lampensteckers in jedem Abteil eines D-Zugwagens an die elektrische Zugbeleuchtung (24 V) angeschlossen werden kann. Die Prüfung der Streckenmagnete erfolgt in der Weise, daß die Oszillographenschleife in den Stromkreis des Lokomotivmagneten eingeschaltet wird. Die Stromminderung bei Haltimpuls wird durch den Ausschlag der Oszillographenschleife angezeigt. Bei einwandfreiem Zustand des Lokomotivmagnetkreises und bei richtiger (d. h. Resonanz-)Drehzahl des Wechselstromgenerators hat das Verhältnis des Stromes vor und während der Beeinflussung einen ganz bestimmten Wert, so daß sich Schlüsse über die Güte der elektrischen Verhältnisse des Gleismagneten ziehen lassen.

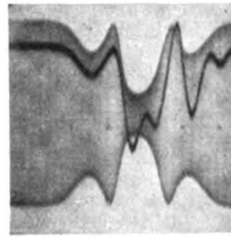

Abb. 4. Haltimpuls eines einwandfreien Streckenmagneten.


Abb. 5. Haltimpuls eines verstimmten Streckenmagneten.

Der Papierstreifen wird durch eine kleine Glühlampe belichtet, aus deren Lichtkegel durch einen Spalt ein schmales Strahlenbündel ausgeblendet wird. Dieses Strahlenbündel trifft auf den Schwingspiegel der Oszillographen-Meßschleife und gelangt von dort durch eine Zylinderlinse auf das lichtempfindliche Papier der Aufnahmekassette. Damit nicht zu viel Papier verbraucht wird, läuft die Trommel der Kassette nur während der eigentlichen Aufnahme mit der hierfür erforderlichen Geschwindigkeit (rd. 20 cm/s). Während der übrigen Zeit, also auf freier Strecke, ist die Papiergeschwindigkeit sehr gering (rd. 0,5 mm/s). Die Umschaltung von der niedrigen auf die hohe Geschwindigkeit geschieht mittels eines Druckknopfes durch einen Beobachter vom Führerstand der Lokomotive aus. Ein zweiter Beobachter befindet sich beim Oszillographen, der z. B. in einem Wagenabteil abgestellt wird. Oszillograph und Führerstand sind miteinander durch Kabelleitungen verbunden. Für den Fall, daß der Beobachter auf dem Führerstand einen Streckenmagneten übersehen sollte und gleichzeitig auch der Wagenbeobachter unaufmerksam wäre, ist im Oszillographen noch eine optische Markierungseinrichtung eingebaut. Diese Einrichtung hinterläßt auf dem Streifen eine Marke, gleichgültig, ob der Aufnahmeknopf im Führerstand gedrückt

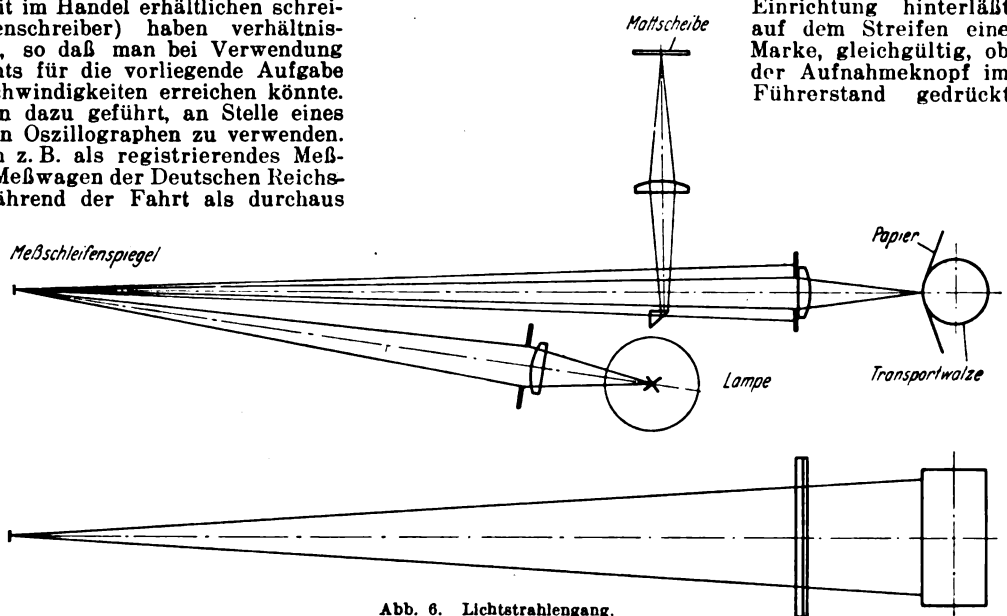


Abb. 6. Lichtstrahlengang.

wurde oder nicht. Bedingung für das Zustandekommen der Marke ist nur, daß der Streckenmagnet ansprechfähig ist. Die Markierungseinrichtung besteht aus einem kleinen Drehspulinstrument mit vorgeschaltetem Kupferoxydul-Gleichrichter, das im Stromkreis des Lokomotivmagneten liegt. Der Zeiger dieses Instruments hat an seinem Ende einen kleinen Spiegel, der ebenfalls von der Glühlampe beleuchtet wird und bei Bewegung des Zeigers auf dem Papierstreifen eine Marke hinterläßt. Etwas vor Beginn der eigentlichen Aufnahme gibt der Beobachter auf dem Führerstand durch einen zweiten Druckknopf ein Achtungszeichen, welches in Form eines Glocken- und Lichtsignals im Oszillographenkasten erscheint. Bei diesem Signal hat der Wagenbeobachter an einem kleinen Fenster aus mattem Rubinglas im Deckel des Oszillographen den Schleifenausschlag zu beobachten und in seiner Liste der zu untersuchenden Streckenmagnete eine ent-

sprechende Eintragung über das Gelingen der Aufnahme zu machen. Die Frequenz — normal 1000 Hz — kann unmittelbar vor oder nach der Aufnahme an einem Zungenfrequenzmesser abgelesen werden, der ebenfalls in den Kastendeckel eingebaut ist. Um eine Dauerbeanspruchung der Schleife zu vermeiden, wird sie nur während der Aufnahme in Bewegung gesetzt; in der übrigen Zeit ist der Schleifenkreis offen. Auch die Glühlampe erhält die volle Lichtstärke erst beim Drücken des Aufnahmeknopfes. Die Spannung der Zugbeleuchtungsanlage (24 V), von welcher die Glühlampe, der Motor und die elektromagnetischen Kupplungen für das Getriebe gespeist werden, ist an einem Voltmeter im Kastendeckel abzulesen.

Die Ansicht des Oszillographen mit allen in den Deckel eingebauten Instrumenten, Klemmen usw. zeigt Abb. 1; die Kassette ist in Abb. 2 und das Schaltbild in Abb. 3 wiedergegeben. Abb. 4 endlich zeigt die Aufnahme eines Haltimpulses eines einwandfreien, Abb. 5 diejenige eines verstimmten Streckenkreises. Abb. 6 gibt den Lichtstrahlengang des Oszillographen wieder. Als Beispiel für die Leistungsfähigkeit der Meßvorrichtung sei angeführt, daß die Strecke Berlin—Altona—Bremen und zurück in drei Tagen erledigt werden konnte, wobei rd. 480 Streckenmagnete aufzunehmen waren. Der Papierbedarf für diese Strecken war 7 Rollen zu je 25 m.

Für besondere Zwecke ist der beschriebene Oszillograph noch mit einem rotierenden Polygonspiegel ausgerüstet, um auch Vorgänge mit dem Auge auf einer Mattscheibe beobachten zu können. Diese Beobachtungsvorrichtung hat äußerlich die gleichen Abmessungen wie die Aufnahmekassette und kann an deren Stelle in eine entsprechende Öffnung im Deckel des Oszilllographen versenkt werden.

Die Aufnahmen werden nach den Meßfahrten in Heften zusammengestellt, so daß man einen zuverlässigen und sehr anschaulichen Überblick über die elektrischen Verhältnisse aller Gleismagnete der untersuchten Streckenabschnitte gewinnt.

Betriebs- und Versuchsergebnisse mit den neuen Niederspannungs-Maschennetzen der Berliner Städtische Elektrizitätswerke Akt.-Ges. (BEWAG)*.

Von Dr.-Ing. **Erich Krohne**, Berlin.

(*Schluß von S. 648.*)

6. Versuche an Niederspannungs-Maschennetzen.

Nach Inbetriebnahme der drei neuen Netze war es für die BEWAG außerordentlich wichtig, festzustellen, ob die Vermaschung auch tatsächlich das hält, was man sich von ihr versprochen hatte. Da die Betriebserfahrungen erst nach längerer Zeit zur Beurteilung herangezogen werden können, aber mit Rücksicht auf weitere unmittelbar bevorstehende Vermaschungen sofort Klarheit über den Wert der getroffenen Maßnahmen geschaffen werden mußte, wurden im Mai 1931 umfangreiche systematische Versuche im Netz Karlsbad durchgeführt.

a) Versuchsprogramm.

Das Versuchsprogramm war folgendes. Es wurden Versuche bei normaler Spannung und im Kurzschluß angestellt. Bei normaler Spannung wurde zuerst die Strom- und Spannungsverteilung sowie das Arbeiten der Rückwattschalter beim Ausschalten eines Hochspannungsstrahles untersucht. Dann wurde ermittelt, wie sich der Einsatz großer Punktbelastungen, z. B. beim Anfahren großer Motoren, auswirkte, und schließlich wurde festgestellt, wie sich die Belastungsverteilung beeinflussen ließ, wenn die Transformatorreaktanz verändert wurde. Im Kurzschluß interessierten die Größe und Aufteilung der Kurzschlußströme, die Ausdehnung des Spannungstrichters sowie das Verhalten der Schutzeinrichtungen. Die Folgen der Speisung eines Maschennetzes gleichzeitig von verschiedenen Stützpunkts- oder Abspannwerks-Sammelschienen konnten noch nicht ermittelt werden, da sämtliche Hochspannungskabel eines solchen Netzes bisher an die gleiche Sammelschiene angeschlossen sind.

b) Ergebnis der Versuche im Netz Karlsbad.

Die Versuche mit dem Ausfall eines 6 kV-Strahles hatten folgendes Resultat: Die Rückwattschalter schalteten vorschriftsmäßig, die zusätzliche Transformatorenbelastung betrug bis zu 75 %, ein Wert, der noch ziemlich hoch liegt, der aber darin begründet ist, daß das Karlsbader Netz durch den Landwehrkanal in zwei voneinander ziemlich unabhängige Teile geteilt ist, von denen jeder durch nur zwei Kabel gespeist wird. Mit zunehmender Zahl der 6 kV-Leitungen wird dieser Wert auf etwa 33 % herabgehen. Die Maximalbelastung der Niederspannungskabel betrug rd. 120 A bei Versuchslast, das entspricht 250 A bei Spitzenlast, sie bleibt also innerhalb der zulässigen Grenzen für Kabel von $3 \cdot 95/50\ mm^2$. Die mittlere Spannungsabsenkung erreichte Werte von 3,5 % bei Versuchslast oder 7,5 % bei Spitzenlast. Der Betrieb wurde also kaum merklich durch dieses Vorkommnis beeinflußt, während im Strahlenbetrieb eine Stromunterbrechung die Folge gewesen wäre.

Beim Einsatz großer Punktbelastungen von 240 kVA induktiv war die Lastverteilung auf Transformatoren **und Kabel im allgemeinen recht gleichmäßig. Die Spannungsabsenkung betrug dabei im Innern des Maschennetzes nur 1,7 %. Diese Versuche sind von erheblicher Bedeutung für die Frage des Anschlusses großer Motoren. Zur Entscheidung der Frage, welche Spannungsabfälle und welche Motorleistungen damit zugelassen werden dürfen, ohne daß für das menschliche Auge störende Lichtzuckungen verursacht werden, sind augenblicklich in dem beleuchtungstechnischen Laboratorium der BEWAG entsprechende Versuche im Gange. Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen läßt sich jetzt schon sagen, daß der Maschennetzbetrieb wesentliche Verbesserungen bei der Zulassung großer Motoren bringen wird.**

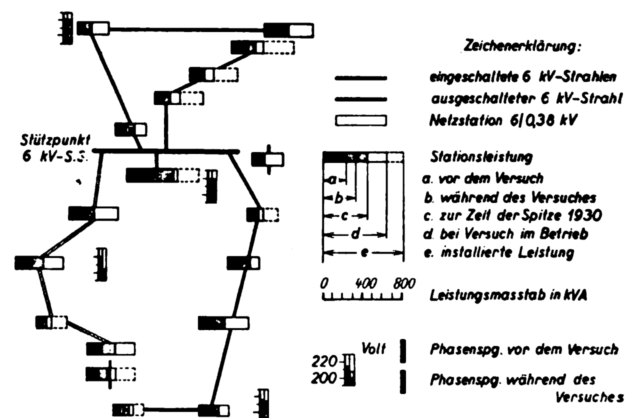


Abb. 7. Versuche im Maschennetz Karlsbad, Mai 1931. Ausfall eines 6 kV-Strahles.

Versuche mit einer Eisenreaktanz zeigten in einem Falle, daß der Lastanteil eines Transformators um 15 % heruntergedrückt werden konnte. Diese Apparate scheinen also wirklich ein sehr wirksames, billiges Mittel zur Beeinflussung der Lastverteilung im Maschennetz darzustellen.

Bei den 6 kV-Kurzschlußversuchen war interessant, daß der vom Maschennetz gelieferte Strom nur 600 A betrug, also sehr klein war. Die Rückwattschalter schalteten den Kurzschlußstrom innerhalb 0,3 ... 0,5 s ab. Kurzschlüsse im Niederspannungsnetz riefen in der Nähe der Verteilerkästen Ströme bis zu 9000 A, in der Nähe der stärksten Netzstationen solche bis zu 14 000 A hervor. Die Ströme wurden sowohl über Wandler als auch über Shunts oszillographisch gemessen. Mit zunehmendem Transformatoreinsatz werden diese Ströme später noch etwas ansteigen.

Bei allen Versuchen schalteten die Sicherungen den Fehler ordnungsgemäß und selektiv ab. Die Ergebnisse des praktischen Betriebsversuches entsprechen also durch-

---

* Gekürzte Wiedergabe des am 29. IX. 1931 im Elektrotechnischen Verein gehaltenen Vortrages. Besprechung auf S. 731 dieses Heftes.

aus den Prüfstandsversuchen. Der Durchmesser des Spannungstrichters betrug nur rd. 700 m, wobei unter Spannungstrichter dasjenige Gebiet verstanden sein soll, in dem die Restspannung kleiner als 90 % ist. Ein Niederspannungs-Kurzschluß wird also nur in einem kleinen Bezirk ganz kurzzeitig, etwa $^{1}/_{10}$ s lang, sich bemerkbar machen.

Versager oder Beschädigungen irgendwelcher Art an den übrigen Betriebsmitteln traten während der Kurzschlußversuche nicht auf. Insbesondere verdient hervorgehoben zu werden, daß weder ein Buchholz- oder Thermorelais noch ein Überstromrelais der 6 kV-Kabel unnötig auslöste, und daß keine Rückwattschalter-Sicherung falsch ansprach.

In der Abb. 7 ist das Ergebnis der Versuchsreihe „Ausfall eines 6 kV-Strahles" ausführlicher dargestellt. Von der Stützpunkt-Sammelschiene gehen die beiden Strahlen in Richtung Potsdamer Platz und in Richtung Großgörschenstraße aus. Der zweifach gestrichelte Strahl ist der ausgeschaltete. Die Rechtecke geben die Netzstationen mit den Belastungen vor dem Versuch sowie den Zuwachs an Last infolge Ausfalls des einen Strahles an. Man sieht durch diese Abbildung bestätigt, daß die höchste zusätzliche Belastung 75 % betrug, in den meisten Stationen jedoch erheblich unter diesem Wert blieb. Die Spannungsmaßstäbe neben den Stationen zeigen den Rückgang der Spannung beim Versuch. Der Spannungsrückgang ist naturgemäß am größten in der Nähe des ausgefallenen Strahles.

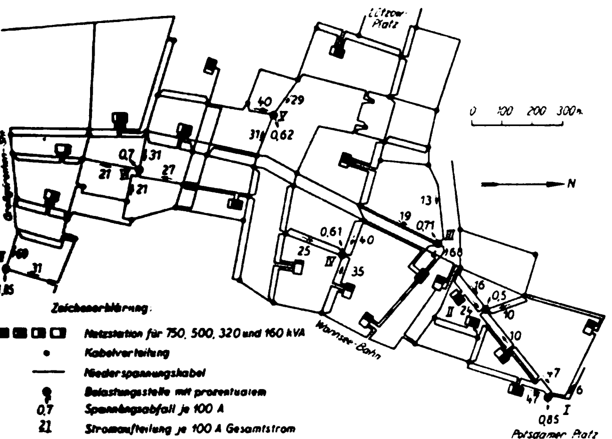


Abb. 8. Belastungsversuche im Maschennetz Karlsbad, Mai 1931.

Die Abb. 8 läßt die Wirkung des Einsatzes einer Punktbelastung von 100 A induktiv an sieben verschiedenen Stellen des Netzes Karlsbad erkennen. Der Strom verteilt sich meist recht gleichmäßig auf alle an dem betreffenden Straßenkreuz zusammenlaufenden Kabel. Beispielsweise beträgt die Belastung der Kabel am Belastungspunkt *VI* 21, 21, 27 und 31 A, während im Strahlenbetrieb ein einziges Kabel 100 A führen müßte. Die Spannungsabsenkung betrug im Innern des Maschennetzes 0,5 ... 0,7 % für je 100 A, in den Randgebieten, die noch den Charakter eines Strahlennetzes haben, 1,85 %. Diese Werte zeigen deutlich die Vorteile der Vermaschung.

Abb. 9 gibt den Verlauf des Spannungstrichters sowie die Kurzschlußstrom-Verteilung während eines Kurzschlusses an. Nochmals muß darauf hingewiesen werden, daß der Durchmesser des Spannungstrichters rd. 700 m beträgt, also sehr klein ist. Zu erwähnen ist, daß anfänglich die vorausberechneten Kurzschlußströme stets größer waren als die durch Messung gefundenen. Bei den ersten Berechnungen waren nur die Widerstände der Transformatoren und Leitungen berücksichtigt, und zwar war für die 3 · 95/50 mm²-Kabel mit einem ohmschen Widerstand von 18,8 mΩ und einem induktiven Widerstand von 6,9 mΩ je 100 m und für die 320 kVA-Transformatoren mit 8,9 mΩ bzw. 17,0 mΩ gerechnet. Eine Reihe genauerer Widerstandsmessungen an den Rückwattschaltern, an den Zuleitungen zu den Drosselspulen sowie an den Maschennetz-Sicherungen zeigte, daß diese Widerstände von erheblichem Einfluß auf die Größe der Kurzschlußströme sind. Die Messungen wurden nicht als Schwachstrommessungen, sondern im regelrechten Kurzschlußbetrieb durchgeführt und hatten folgendes Ergebnis:

Widerstand eines Rückwattschalters	0,3 ... 0,4 mΩ
Zuleitung zur Drosselspule	0,6 mΩ
Maschennetzsicherung	0,5 mΩ

Unter Berücksichtigung dieser Werte wurde gute Übereinstimmung zwischen gemessenen und errechneten Werten erzielt. Diese Zusatzwiderstände dürfen besonders bei Kurzschlüssen nahe der Netzstation nicht vernachlässigt werden, andernfalls tritt ein Fehler bis zu 15 % auf.

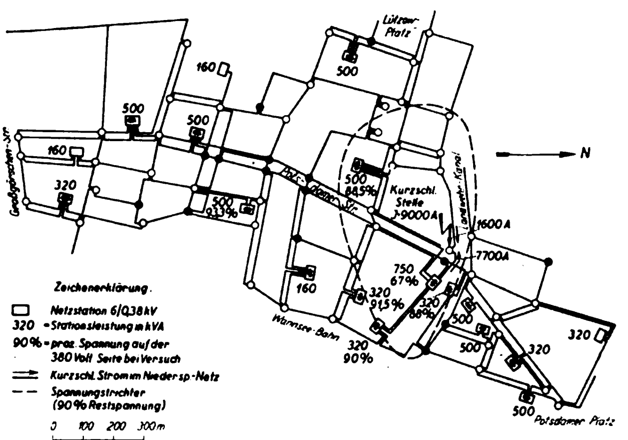


Abb. 9. Kurzschlußversuche im Maschennetz Karlsbad, Mai 1931.

Zusammenfassend darf wohl von den Ergebnissen der Versuche im Netz Karlsbad behauptet werden, daß sie recht zufriedenstellend waren, und daß man es auf Grund der hier gesammelten Erfahrungen ohne weiteres wagen darf, weitere Netze in der gleichen Weise zu vermaschen. Die Versuche sollen zur Hauptbelastungszeit im Winter in Karlsbad und im Ausbrennetz Prenzlauer Allee fortgesetzt werden.

c) Modellversuche Wilhelmshavener Straße und Voltastraße.

Da Versuche im Betriebsnetz nicht zu jeder Zeit und dann auch nur mit großer Vorsicht vorgenommen werden können, außerdem verhältnismäßig teuer sind und viel Zeit und Personal beanspruchen, hat die BEWAG zu einem billigeren Mittel gegriffen und zur systematischen Erforschung des Verhaltens der Maschennetze zwei Modelle angefertigt. Das erste, dessen Schema in Abb. 10

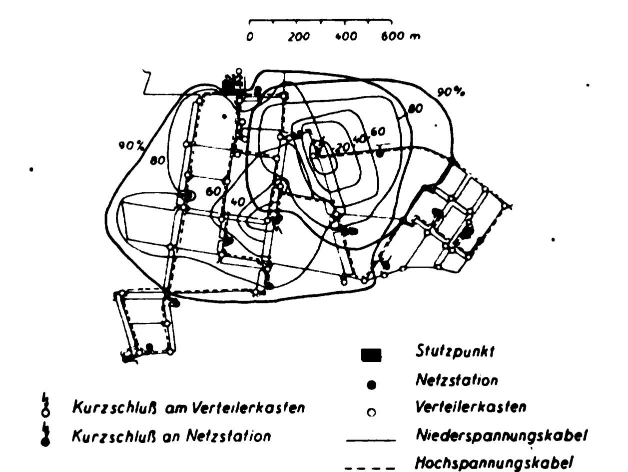


Abb. 10. Maschennetz Wilhelmshavener Straße. Spannungstrichter bei Kurzschlüssen.

dargestellt ist, wurde mit ganz behelfsmäßigen Mitteln im Jahre 1930 angefertigt und sollte nur Kurzschlußstrom-Verhältnisse im Maschennetz Wilhelmshavener Straße wiedergeben. Es hat zu einer Zeit, als die Lieferbedingungen für die Sicherungen aufzustellen waren, wertvolle Dienste geleistet. Auch hier ist wieder bestätigt, daß der Durchmesser des Spannungstrichters etwa 600 ... 800 m beträgt.

Mit Hilfe des auf Abb. 11 wiedergegebenen recht vollkommenen Netzmodells für das Zweispannungsnetz Voltastraße kann das ganze Versuchsprogramm zur Durchführung gebracht werden, das bereits ausführlich erläutert wurde. Es ist also sowohl für Kurzschlußversuche als auch für Versuche bei normaler Spannung brauchbar. Vorn auf der Tafel sind der Netzplan Voltastraße und

eine große Anzahl von Steckbuchsen zu erkennen, die zur Herstellung der verschiedenen Schaltungen sowie zum Abtasten des Modells mit Hilfe von Meßinstrumenten dienen. Außerdem sind auf der Vorderseite die Schalter zum Ausschalten der Hochspannungsstränge angebracht. Hinter der Tafel befinden sich die Widerstände, die den Kabeln,

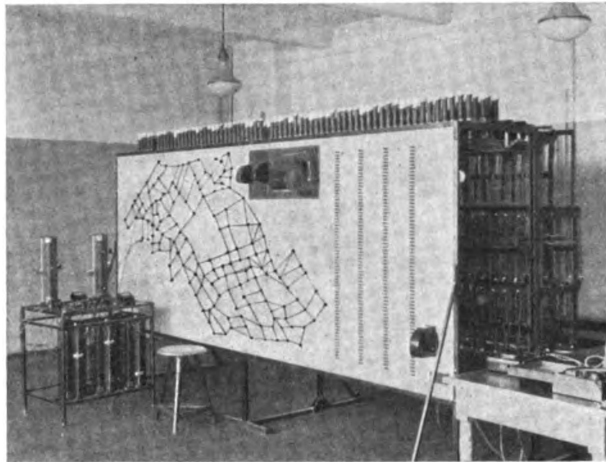


Abb. 11. Zweispannungs-Netzmodell Voltastraße.

Transformatoren und Belastungen entsprechen. Vor der Tafel steht ein Wagen mit den Einrichtungen zur Durchführung der Punktbelastungsversuche. Das Modell ist von der Lehrlingswerkstatt der BEWAG angefertigt und wird genau so wie das Netzmodell Wilhelmshavener Straße mit Gleichstrom betrieben.

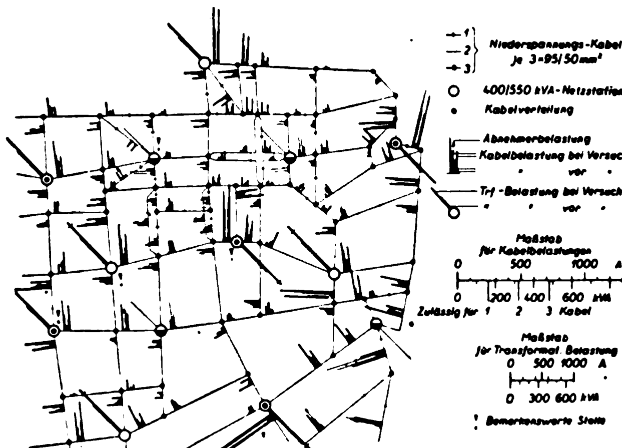


Abb. 12. Netzausschnitt Voltastraße. Belastungen im Normalbetrieb und bei Ausfall des ⊖-Stranges.

Abb. 12 zeigt das Ergebnis einer sehr interessanten Meßreihe, die an diesem Netzmodell durchgeführt wurde. Dieses Bild dürfte besonders instruktiv in bezug auf die Belastungsverhältnisse im Maschennetz sein. Das Liniennetz stellt einen Netzausschnitt aus dem geplanten Zweispannungsnetz Voltastraße dar, der von 13 Stationen gespeist wird. Die Stationen sind entsprechend ihrer Kennzeichnung durch ⊖ ⊙ ○ an drei verschiedene 30 kV-Kabel geschaltet. Über den einzelnen Kabelstrecken sind die Abnehmerbelastungen, durch einen Pfeil gekennzeichnet, entsprechend der jeweiligen Belastungsdichte eingetragen. Rechts und links von der Abnehmerbelastung sind die Kabelbelastungen eingezeichnet, die im Normalbetrieb auftreten, und ganz außen die Belastungswerte, die sich bei Ausfall des 30 kV-Kabels mit den ⊖ gekennzeichneten Stationen einstellen. Bei den Stationen sind gleichfalls die Belastungen während des Normalbetriebes und bei Ausfall des eben genannten Stranges vermerkt. Soweit die Kabelstrecken nicht besonders als Einfach- oder Dreifach-Kabelstrecken gekennzeichnet sind, sind sie Doppelkabelstrecken. Die Netzstationen sind ausnahmslos mit Transformatoren für 400 kVA, überlastbar im Störungsfalle bis auf 550 kVA, ausgerüstet.

Bei genauer Durchsicht dieses Planes lassen sich nun folgende interessante Feststellungen machen, die wohl allgemein für die Maschennetze in Berlin zutreffen dürften. Die Unregelmäßigkeit der Straßenzüge führt auch bei vollbelastetem Netz im allgemeinen nicht zu Überlastungen einzelner Transformatoren und Kabel, wenn die Transformatoren nur einigermaßen richtig angeordnet sind. Die Stationen sind zweckmäßig an den Straßenkreuzungen einzubauen, wo viele Kabel zusammenlaufen. Ein gutes Beispiel für eine richtige Anordnung ist die ○-Station links in der Mitte. Dagegen liegt die in der Mitte befindliche ⊙-Station sehr ungünstig, was an der hohen Belastung der nach links gehenden Kabelstrecke zu erkennen ist. Häufig bewirkt die Unregelmäßigkeit der Straßenzüge sogar eine besonders günstige Kabelbelastung, wie z. B. im Falle der ⊖-Station links oben. Alle von dieser Station ausgehenden Kabel sind recht niedrig belastet, weil noch zwei Straßen die Häuserblocks in der Diagonale durchschneiden.

Bei Ausfall des ⊖-Stranges zeigt sich, daß alle Stationen ziemlich unabhängig von der Lage im Netz die Last dieses Stranges nahezu gleichmäßig übernehmen. Im Netzbetrieb Voltastraße bedeutet das eine Lasterhöhung im Störungsfalle um rd. 50 %. Ein Beispiel ist die ⊙-Station links unten. Die Zusatzlast für die Kabel geht nicht über 100 % hinaus. Dieses Ergebnis stimmt recht gut mit dem Resultat der Überlegungen für ein theoretisches Netz überein. In Abhängigkeit von der Anzahl der von einem Transformator versorgten Netzmaschen, von der Maschenlänge, von der Art des Anschlusses der Transformatoren an die Hochspannungskabel, von der Reaktanz und Leistung der Transformatoren wurden die Überlastungen für Niederspannungskabel und Transformatoren bei Ausfall eines Stranges festgestellt. Für den in Voltastraße vorliegenden Fall wäre theoretisch mit 33 % Überlastung für die Transformatoren und mit 100 % für die Kabel zu rechnen. Daß die Transformatoren auf Grund der Messung höher überlastet werden, liegt daran, daß vorläufig nur drei Hochspannungsstränge vorgesehen sind. Durch hohe Reaktanz der Transformatoren wird die Gleichmäßigkeit der Lastübernahme gefördert. Die Kabelüberlastungen bleiben meist unter dem theoretisch erwarteten Wert, was, wie bereits ausgeführt, auf die Unregelmäßigkeit der Straßenzüge zurückzuführen ist.

7. Weitere Projekte und Aufgaben.

Abschließend soll noch ein kurzer Überblick über die weiteren Projekte und Aufgaben der nächsten Zeit gegeben werden. Die Abb. 13 zeigt den Lageplan der im

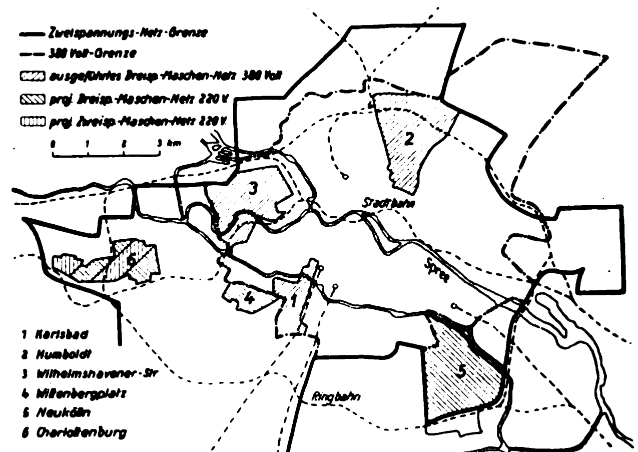


Abb. 13. Maschennetze 1931, Lageplan.

Jahr 1931 ausgeführten und der im Bau befindlichen Maschennetze. Zur Orientierung sind der Spreeverlauf und das Netz der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen eingetragen. Außerdem ist die auf Grund technisch-wirtschaftlicher Überlegungen festgelegte zukünftige Zweispannungsnetz-Grenze sowie die Grenze des 380 V-Netzes angegeben. Die rechts schraffierten Gebiete sind die in Betrieb befindlichen 380 V-Dreispannungs-Maschennetze Karlsbad, Humboldt und Wilhelmshavener Straße.

a) Projekt Wittenbergplatz.

Als erstes neues Projekt ist Wittenbergplatz zu erwähnen. Es handelt sich hier um ein älteres 220 V-Netz, wo von Tag zu Tag größere Schwierigkeiten erwachsen würden, wenn am aufgeteilten Betrieb festgehalten werden müßte. Außerdem wird durch die Vermaschung in diesem

Gebiet vermieden, daß einige ältere Stationen erneuert werden müssen. Diese Stationen können nach der Vermaschung außer Betrieb genommen werden.

b) Projekt Neukölln.

Ganz ähnliche Gesichtspunkte wie in Wittenbergplatz waren auch in Neukölln maßgebend. Hinzu kommt, daß dieses Gebiet, sobald nur etwas Lastzugang zu erwarten ist, mit einem Zweispannungsnetz überlagert werden muß, da die Dreispannungsnetz-Anlagen ziemlich vollbelastet sind. Durch die jetzt schon vorgenommene Vermaschung wird die Einführung des Zweispannungsnetzes in ziemlich kurzer Bauzeit möglich sein.

Da in Neukölln die Kabel zwar sehr tief verlegt sind, aber nicht unter Abdecksteinen liegen, wurden noch einige ergänzende Ausbrennversuche vorgenommen, um festzustellen, ob beim Ausbrand eines Kabels Nachbarleitungen in Mitleidenschaft gezogen werden. Das Resultat war günstig. Selbst unmittelbar aneinandergelegte Kabel wurden nur so geringfügig angegriffen, daß sie betriebsklar blieben. Dem Ausbrennverfahren stehen also keine besonderen Schwierigkeiten entgegen.

c) Projekt Charlottenburg.

Als letztes noch in diesem Jahr zu vermaschendes Netz ist Charlottenburg zu nennen. Es ist das erste Zweispannungsnetz. Von besonderem Interesse dürfte es sein, daß hier der Versuch gemacht wird, mit den Zweispannungs- und Dreispannungsanlagen parallel auf ein gemeinsames Maschennetz zu arbeiten. Die theoretischen und rechnerischen Untersuchungen lassen einen solchen Betrieb ganz gut möglich erscheinen, zumal auf der Dreispannungsnetz-Seite im 30/6 kV-Abspannwerk Knie Regeltransformatoren vorhanden sind. Glückt dieser Versuch, so ist damit in wirtschaftlicher Hinsicht sehr viel gewonnen. Die vorhandenen Dreispannungsnetz-Anlagen brauchen dann nicht umgesetzt zu werden und das Zweispannungsnetz kann allmählich, ohne zu große plötzliche Kapitalinvestierungen, eingeführt werden.

In den nächsten Jahren werden entsprechend dem Bedarf nach und nach sämtliche Gebiete innerhalb der Zweispannungsnetz-Grenze vermascht und im Bedarfsfalle auch einige außerhalb dieser Grenze liegende Dreispannungsnetze. *(Die Besprechung des Vortrages folgt auf S. 731 dieses Heftes.)*

Neuere Entwicklung und Aussichten des deutschen Elektroaußenhandels*.

Von Dr.-Ing. G. **Becker**, Berlin.

Wie aus den Jahresberichten der großen deutschen Elektrofirmen hervorgeht, ist der Anteil ihrer Ausfuhr am Gesamtumsatz im letzten Geschäftsjahr stark gestiegen. In ihrer absoluten Höhe weist dagegen die gesamte deutsche Elektroausfuhr des Jahres 1931 gegenüber derjenigen von 1930 einen beträchtlichen Rückgang auf. Sie betrug wertmäßig 1930: 629,5 Mill RM, 1931: 530,4 Mill RM[1], mengenmäßig 1930: 211 112 t, 1931: 186 235 t, ist also im Werte um 16 % und im Gewicht um 12 % zurückgegangen. Es ist dies seit der Stabilisierung der Mark das erste Mal, daß unser Elektroexport einen Abfall zeigt. Noch bedenklicher muß der weitere starke Abfall in den ersten vier Monaten des laufenden Jahres stimmen (Abb. 1).

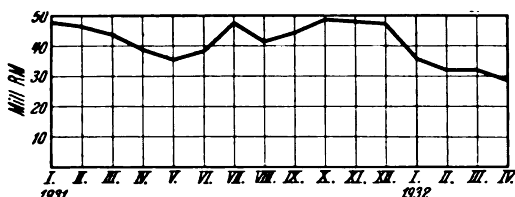


Abb. 1. Monatliche Elektroausfuhr Deutschlands.

Unter Berücksichtigung der Ausfuhrwerte der letzteren sowie derjenigen früherer Jahre läßt sich schätzen, daß die gesamte deutsche Elektroausfuhr 1932 einen Wert von nur etwa 350 bis höchstens 400 Mill RM erreichen und damit auf den Betrag des Jahres 1925 oder 1926 zurückfallen wird.

Die Gründe für diesen Rückgang sind hauptsächlich in den vielerlei Absperrungsmaßnahmen des Auslandes gegen deutsche Waren zu suchen. Zu den im Laufe der letzten Jahre errichteten und in der allerletzten Zeit vielfach noch erhöhten Zollmauern sind weitere Erschwerungen in Form von Einfuhrkontingentierungen, wie sie u. a. Frankreich, Polen, die Schweiz und die Türkei eingeführt haben, und von Devisenzwangsmaßnahmen in fast allen Ländern hinzugekommen, die die Ausfuhr in vielen Fällen geradezu unmöglich machen. Auch die durch hohe Steuern und sonstige Abgaben verursachten hohen Gestehungskosten der deutschen Industrie und nicht zum geringsten Teil der Währungsverfall vieler Staaten wirken in starkem Maße exporthemmend. Der Währungsverfall hat bewirkt, daß die davon betroffenen Länder auf dem Weltmarkt konkurrenzkräftiger und zugleich für Waren aus Ländern ohne Währungsverfall weniger aufnahmefähig geworden sind. Zudem hängt die Möglichkeit eines weiteren Absinkens der Währung in bereits vom Währungsverfall betroffenen Ländern und des Übergreifens des Währungsverfalls auf bisher davon noch verschont gebliebene Länder wie ein Damoklesschwert über dem ganzen Auslandsgeschäft und macht jede Kalkulation äußerst unsicher.

Ein, wenn auch schwacher, Trost ist es, daß auch der Elektroexport der übrigen bedeutenderen Elektroexportländer stark zurückgegangen ist, wie Zahlentafel 1 zeigt.

* Vgl. ETZ 1930, S. 1302; 1931, S. 504.
[1] Ohne elektrische Staubsauger.

Zahlentafel 1. Elektroausfuhr der wichtigeren Ausfuhrländer[2].

Ausfuhrland	1930	1931	Abnahme
	Mill. RM		%
Deutschland	629	530	16
V. S. Amerika	535	382	29
Großbritannien	375	227	39
Niederlande	180	121	33
Frankreich	85	75	12
Schweden	78	58	26
Schweiz	76	57	25
Österreich	51	39	24
Summe:	2009	1489	26
Anteil Deutschlands an der Gesamtausfuhr obiger Länder	31 %	36 %	

Am stärksten ist der Rückgang in Großbritannien mit 39 %; dieser Rückgang wird aber durch eine gute Beschäftigung der englischen Elektroindustrie für den inneren Markt mehr als wettgemacht. Dann folgen die Niederlande mit 33 und die V. S. Amerika mit 29 %; am geringsten ist die Abnahme in Frankreich. Im Mittel betrug der Ausfuhrrückgang bei den acht Hauptausfuhrländern 26 % gegen 16 % bei Deutschland. Dabei ist aber zu bedenken, daß das Reich ganz besonders auf Ausfuhr hochwertiger Fertigwaren angewiesen ist, da es wie kein anderes Land unter Zahlungsverpflichtungen zu leiden hat.

Die Verteilung der deutschen Elektroausfuhr 1931 im Vergleich mit 1930 nach Warengruppen zeigt Abb. 2. Die ersten zwei Plätze nehmen wieder Vorrichtungen für Beleuchtung und Kraft (d. s. Schalter, Sicherungen, Anlasser, Regler, Kabelgarnituren, Installationsmaterialien, Gleichrichter, Schweißvorrichtungen, elektrische Industrieöfen und alle nicht besonders genannten elektrischen Geräte) sowie elektrische Maschinen und Transformatoren ein. Die Gruppen: Vorrichtungen für drahtlose Telegraphie und Telephonie und Kabel und Leitungen haben ihre Plätze vertauscht, erstere sind an die dritte, letztere an die vierte Stelle gerückt. Im übrigen ist die Reihenfolge der Gruppen annähernd die gleiche wie im Vorjahr. Der Ausfuhrrückgang ist auf alle Gruppen ziemlich gleichmäßig verteilt. Elektrische Staubsauger sind in den genannten Gruppen nicht enthalten.

Die Verteilung der Ausfuhr nach Bestimmungsländern und Erdteilen ist aus Abb. 3 ersichtlich. Mit Ausnahme einiger kleinerer Länder und Rußlands, dessen Einfuhr stark gestiegen ist, ist überall ein Rückgang wahrzunehmen. In der Reihenfolge der Länder sind mehrere Verschiebungen eingetreten. Diejenigen europäischen Länder, deren Einfuhr aus Deutschland einen Wert unter 10 Mill RM hat, sind nicht einzeln dargestellt, sondern in sonstige europäische Länder zusammengefaßt. Von ihnen ist besonders Polen erwähnenswert, dessen Bezug deutscher elektrotechnischer Erzeugnisse, z. T. bedingt durch den deutsch-polnischen Handelskrieg, von 14,9 Mill RM in 1930 auf 8,7 Mill RM in 1931 zurückgegangen ist. Auch Irland und Rumänien weisen starke Einbußen auf,

[2] Z. T. geschätzte Werte.

dagegen haben das Saargebiet und Jugoslawien sich gut gehalten. Die Ausfuhr nach dem außereuropäischen Ausland hat sich im Verhältnis zur Gesamtausfuhr wieder verschlechtert, sie beträgt für 1931 nur noch 17 % gegen 20 % 1930, 23 % 1929 und 28 % 1913. Geradezu katastrophal ist der Rückgang bei den meisten südamerikanischen Ländern, insbesondere Brasilien und Chile. Von allen überseeischen Ländern hat nur Argentinien einen Einfuhrwert von mehr als 10 Mill RM aufzuweisen, nämlich 22,6 Mill RM (i. V. 27,8), alle übrigen bleiben weit hinter 10 Mill RM zurück. Auf eine Einzeldarstellung der überseeischen Länder konnte daher verzichtet werden.

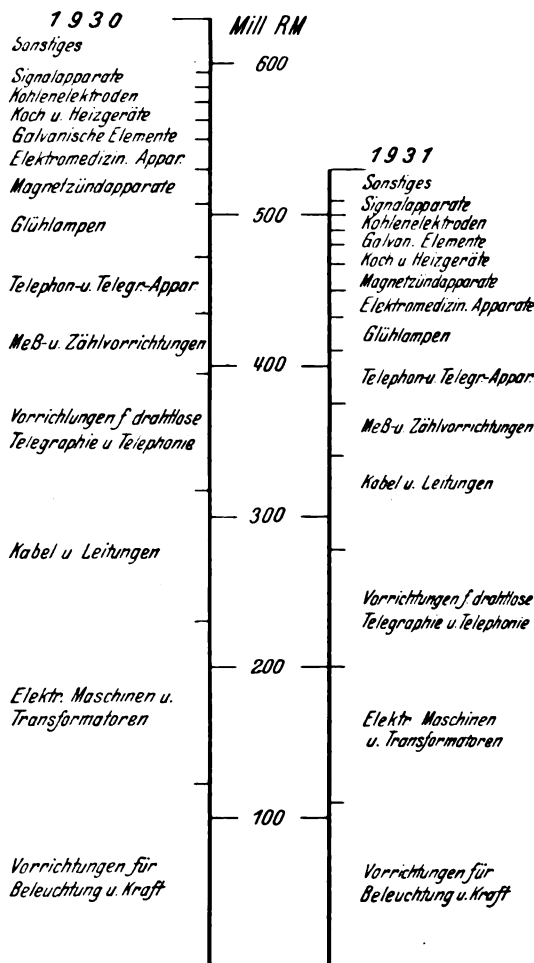


Abb. 2. Deutschlands Elektroausfuhr nach Erzeugnissen.

Der gewichtsmäßige Rückgang der Ausfuhr gegenüber dem Vorjahr ist, wie eingangs bereits erwähnt, geringer als der wertmäßige, nämlich 12 % gegen 16 %; dabei ist der durchschnittliche Kilogrammwert aller Elektroerzeugnisse von 3 auf 2,85 RM gesunken. Die Entwicklung des durchschnittlichen Ausfuhrwertes je 1 kg seit 1913 zeigt Abb. 4. Danach ist die Kurve des Kilogrammwertes bis 1930 dauernd gestiegen, hauptsächlich wohl infolge der zunehmenden Ausfuhr hochwertiger Erzeugnisse, wie Telephon- und Radiogeräte, Staubsauger u. dgl. Seit 1930 ist ein merklicher Niedergang, bedingt durch schlechtere Preisstellung, wahrzunehmen.

Zahlentafel 2. Deutschlands Elektroeinfuhr nach Erzeugnissen.

Warengruppe	1930	1931
	1000 RM	
Vorrichtungen für drahtlose Telegraphie und Telephonie	10 810	11 344
Elektr. Maschinen, Transformatoren usw.	9 200	6 704
Vorrichtungen für Beleuchtung und Kraftübertragung	6 942	4 811
Glühlampen	4 517	4 592
Meß- und Zählvorrichtungen	4 349	2 600
Kabel und Leitungen	2 170	1 474
Elektromedizinische Apparate	1 077	1 437
Magnetzündapparate	1 691	1 250
Telephon- und Telegraphenapparate	1 156	1 171
Sonstiges	4 439	3 085
Summe:	46 351	38 468

Die deutsche Elektroeinfuhr nach Warengruppen zeigt Zahlentafel 2. Mit Ausnahme von Vorrichtungen für drahtlose Telephonie und Telegraphie ist überall ein Rückgang festzustellen. Die hauptsächlichsten Einfuhrgruppen sind wie im Vorjahr Vorrichtungen für drahtlose

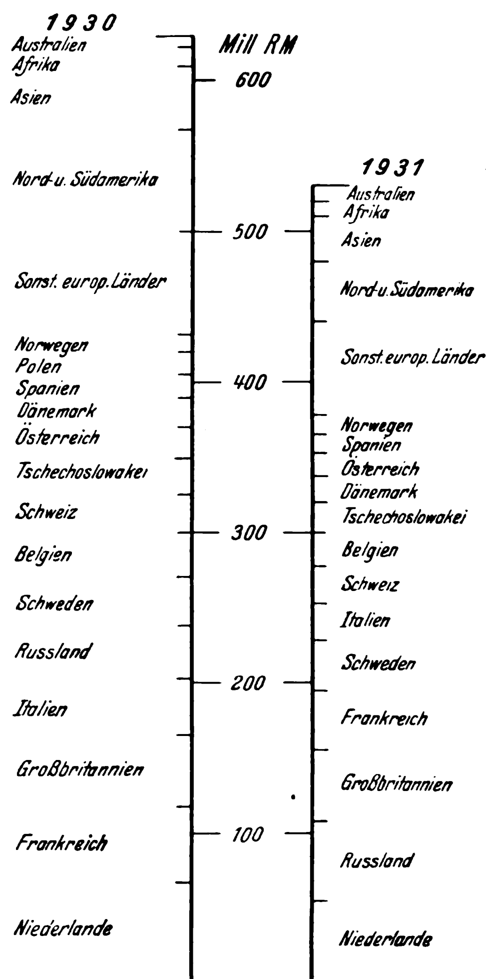


Abb. 3. Deutschlands Elektroausfuhr nach Ländern.

Telegraphie und Telephonie, elektrische Maschinen und Transformatoren, Vorrichtungen für Beleuchtung und Kraft und Glühlampen. Die Einfuhr nach Bezugsländern ist aus Zahlentafel 3 ersichtlich. An der Reihenfolge der

Zahlentafel 3. Deutschlands Elektroeinfuhr nach Ländern.

Herkunftsland	1930	1931
	1000 RM	
Niederlande	10 679	8 001
V. S. Amerika	7 730	5 098
Schweiz	4 632	4 332
Ungarn	3 322	3 346
Österreich	3 593	2 869
Großbritannien	2 905	2 393
Frankreich	1 817	2 184
Tschechoslowakei	1 746	1 894
Saargebiet	2 354	1 591
Schweden	1 012	1 176
Sonstige	6 561	5 584
Summe:	46 351	38 468

Herkunftsländer hat sich gegenüber 1930 nichts geändert. Eine kleine Steigerung weist der Bezug aus Frankreich, der Tschechoslowakei, Schweden und Ungarn auf, im

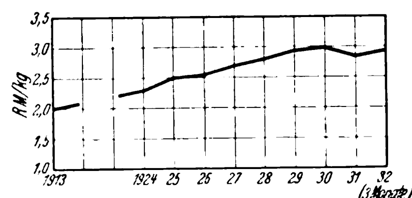


Abb. 4. Durchschnittliche Ausfuhrwerte deutscher elektrotechnischer Erzeugnisse.

übrigen ist die Einfuhr, z. T. erheblich, gesunken. Der Gesamtabfall gegen 1930 beträgt 17 %.

Der Ausfuhrüberschuß der deutschen Elektrotechnik betrug 1930: 584 Mill RM, 1931: 492 Mill RM. Da der Gesamtwert der Roh- und Hilfsstoffe, die die deutsche Elektroindustrie aus dem Ausland beziehen muß, wie Kupfer, Blei, Zinn, Nickel, Textilien, Öl, Gummi, Harze u. a. nur annähernd die Hälfte des Wertes der fertigen Ausfuhrwaren ausmacht[3], ist die Handelsbilanz der deutschen Elektroindustrie mit mehreren hundert Millionen Reichsmark aktiv. Die letztere hat also zur Aktivierung unserer Gesamthandelsbilanz zu einem recht erheblichen Teil beigetragen.

Zur Zeit sind die Aussichten für den deutschen Elektroexport wie für den Außenhandel überhaupt äußerst trübe. Es herrscht ein allgemeiner handelspolitischer Kriegszustand, alle Länder versuchen, sich gegen das Eindringen fremder Waren abzuschließen, sie treiben autarkische Wirtschaftspolitik. Wenn auch derartige Bestrebungen vom Standpunkt eines einzelnen schutzbedürftigen Unternehmens oder Wirtschaftszweiges verständlich erscheinen, so sollte man sich doch in allen Ländern darüber klar sein, daß die allgemeine Anwendung autarkischer Methoden den Welthandel in kurzer Zeit dezimieren muß. Der Gesamtumschlag, d. i. die Summe von Ein- und Ausfuhr, von 48 europäischen und außereuropäischen Ländern betrug 1929: 253,3 Mrd RM, 1930 203,9 Mrd und 1931 nur noch 146 Mrd RM, das ist nicht viel mehr als die Hälfte der Summe von 1929. Die ersten Monate des laufenden Jahres lassen einen weiteren Abstieg erkennen, so daß das Welthandelsvolumen von 1932 dem Wert nach wohl nicht viel mehr als zwei Drittel desjenigen von 1931 ausmachen wird.

[3] Vgl. Jastrow, Beitrag zu einer Handelsbilanz der Elektrotechnik. Wirtsch. Mitt. a. d. Siemenskonzern 1920, Juniheft.

Durch den Rückgang des Welthandels werden ganze Völker zur Verarmung getrieben, es werden viele, wenn nicht alle Gewerbezweige in stärkste Mitleidenschaft gezogen und immer noch mehr Menschen, insbesondere Ingenieure und Kaufleute, arbeitslos werden, die sich anderweitig kaum unterbringen lassen. Es werden ferner gerade diejenigen Arten wirtschaftlicher Betätigung lahmgelegt, die das Leben und die Arbeit des heutigen Menschengeschlechts buntfarbig und interessant gestalten und zugleich der Wirtschaft die so notwendigen Anregungen des ausländischen Wettbewerbs vermitteln. Es handelt sich bei einer autarkischen Wirtschaftsweise um nichts mehr und weniger als eine künstliche Beschränkung des Kulturfortschritts.

Zu den modernen Kulturgütern gehören ohne Zweifel auch die Elektrotechnik und viele ihrer Erzeugnisse. Man denke, um nur einige wenige Beispiele herauszugreifen, an die Nachrichtenübermittlung mittels Telegraphie und Telephonie mit und ohne Draht, an die Seuchenbekämpfung mittels elektromedizinischer Geräte, an die vielen Möglichkeiten, die elektrische Feinmeßgeräte der wissenschaftlichen Forschung bieten. Wenn diese Güter der Menschheit vorenthalten werden oder wenn ihr Bezug mehr und mehr erschwert wird, muß die allgemeine Kulturentwicklung notwendigerweise leiden. Man kann nur hoffen und wünschen, daß der jetzige Zustand der weltwirtschaftlichen Verhetzung kein Dauerzustand sein, sondern bald wieder der wirtschaftlichen Vernunft Platz machen wird.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Wasserkraftwerke Wolgostroi. — Das Volkskommissariat der UdSSR. hat am 23. III. 1932 den Bau eines Wasserkraftunternehmens „Wolgostroi", bestehend aus 3 großen Wasserkraftwerken mit einer Gesamtleistung bis zu 1 Mill kW an der Wolga und an der Kama, u. zw. in der Nähe von Iwanowo-Wosnesensk, Nishnij-Nowgorod und Perm (an der Kama) beschlossen[1]. Der Bau wird noch im laufenden Jahr in Angriff genommen. Die Bauleitung ist Ing. Winter, der auch das Kraftwerk Dneprostroi gebaut hat, übertragen worden. Insgesamt wird Wolgostroi aus 9 Kraftwerken mit einer Gesamtleistung von 5,13 Mill kW bestehen und jährlich rd. 28 Mrd kWh erzeugen. Die einzelnen Stauwehre werden bis 24 m hoch sein. Die Tiefe der Wolga, welche zur Zeit stellenweise 1,85 ... 2,15 m beträgt, wird durchweg 5 m erreichen, so daß die Verwendung von Schiffen bis zu 25 000 t möglich sein wird. Über 10 000 km² Land werden überschwemmt. Der Fahrweg in der Nähe von Samara wird um 130 km kürzer. Die billige elektrische Energie (2 Pf/kWh) wird zur Schaffung verschiedener Industriezweige und für die Elektrisierung und Bewässerung der Landwirtschaft (4 bis 4,3 Mill ha) verwendet werden[2].

Die drei ersten Kraftwerke müssen im Jahre 1935 vollendet sein. *T. S.*

Leitungen.

Verminderung der Koronaverluste von Leitern. — Die allmähliche Verringerung der Koronaverluste in der Atmosphäre befindlicher sprühender Leiter wurde auf eine Alterungserscheinung der Drahtoberfläche zurückgeführt. Es wird ein Modellversuch beschrieben, durch den der Einfluß, welchen eine künstlich erzeugte dünne Oberflächenschicht auf die Zündspannung der Korona bzw. auf die Verluste ausübt, geklärt werden soll. Die Größe der Koronaverluste kann durch gleichzeitige Messung des Stromes, der Spannung und der Phasenverschiebung bestimmt werden. Die (sehr kleinen) Phasenverschiebungen wurden nach der Methode von Shanklin mit einem Dynamometer gemessen, dessen Stromspule den Sprühdrahtstrom führte und dessen Spannungsspule über einen Drehregler und einen Vorschaltwiderstand an der Unterspannungseite des Hochspannungstransformators lag. Vor jeder Messung wird die Stromspule mit der Vergleichskapazität in Reihe geschaltet und die Stromstärke und Phasenlage des Stromes in der Spannungspule so eingeregelt, daß der Dynamometerausschlag verschwindet. Nach Umschaltung der Stromspule in den Sprühdrahtkreis zeigt das Dynamometer dann einen der Phasenverschiebung proportionalen Ausschlag an; bei Benutzung verlustbehafteter Vergleichskapazitäten ist deren Verlustwinkel von der so gemessenen Phasenverschiebung zu subtrahieren.

[1] Iswestija vom 24. III. 1932.
[2] Für den letzten Zweck ist auf Grund des Beschlusses des Volkskommissariates vom 22. V. 1932 das Kraftwerk in der Nähe von Kamyschin mit einer Leistung von 1,8 ... 2 Mill kW bestimmt.

Ein Kupferdraht (2 m lang, 6 mm Dmr.) erhielt durch Behandlung mit Kaliumpersulfat eine Deckschicht von CuO von einigen 10^{-4} mm Dicke. Die Verluste dieses zentrisch in einen Zylinder eingesetzten Leiters wurden bei verschiedenen Spannungen gemessen und mit denen eines blanken Kupferdrahtes gleicher Abmessung in der nämlichen Anordnung verglichen. Es zeigte sich, daß der mit CuO bedeckte Leiter eine um etwa 8 % höhere Zündspannung als der blanke Draht hatte, ferner, daß seine Verlustkurve um diesen Spannungsbetrag (in Abszissenrichtung) parallel verschoben lag. Die Verringerung der Verluste, d. h. des reinen Koronastromes, läßt sich bei CuO für Spannungen wenig über der Zündspannung nach der Townsendschen Theorie erklären durch eine Verkleinerung der Zahl der je einfallendes positives Ion von der Drahtoberfläche befreiten Elektronen. Bei höheren Spannungen wird wegen des Glimmentladungscharakters der Korona die Größe des Kathodenfalls entscheiden. Wegen der Parallelität zwischen Austrittsarbeit und Kathodenfall ist bei CuO ein höherer Kathodenfall als bei Cu anzunehmen, was ebenfalls eine Abnahme der Verluste bei CuO verständlich macht. Es ist zu vermuten, daß die bei Betrieb insbesondere von Höchstspannungsleitungen sich ausbildenden Oberflächenschichten auch anderer chemischer Zusammensetzung in der beschriebenen Weise die Koronaverluste beeinflussen. (A. v. Engel, Z. Physik Bd. 68, S. 768.) *Sb.*

Beleuchtung.

Die Beleuchtungstärke bei künstlichem Licht. — Die der Beleuchtungsplanung zugrunde gelegten Beleuchtungsstärken sind mit der Entwicklung der Lichtquellen und mit der wachsenden Erkenntnis über das Wesen des Sehens und über den produktiven Wert guter Beleuchtung ständig größer geworden. Es sind verschiedene Arten von Beleuchtung zu unterscheiden: arbeitfördernde (productive) und leistungsfähigkeiterhaltende (humanitarian) Beleuchtungstärken. Eine Beleuchtung, die den Arbeitsertrag fördert, muß wirtschaftlich sein und ist anders zu bewerten und zu bemessen als eine Beleuchtung,

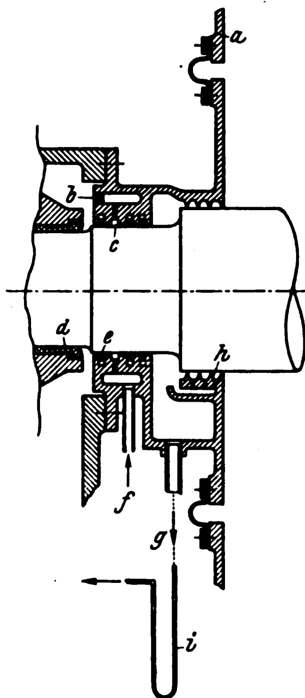
die die menschlichen Fähigkeiten erhalten und die durch Augenanstrengung bedingte Unbehaglichkeit vermeiden soll. Diese Beleuchtung braucht nicht wirtschaftlich zu sein. Sie stellt ein Ziel dar, dem die Beleuchtungstechnik zustreben kann.

Die verschiedenen Größen der Sehleistung (z. B. Unterschieds-Empfindlichkeit, Empfindungs-Geschwindigkeit usw.) nehmen, wie von den Verfassern an einzelnen Beispielen gezeigt wird, zunächst rasch und dann langsam (logarithmisch) mit der Beleuchtungstärke zu. Dem ist bei der Festlegung und Abstufung der Beleuchtungstärken Rechnung zu tragen. Man wird dabei nicht mit dem Schwellenwert arbeiten, sondern mit einem Sicherheitsfaktor rechnen, der gleich ist dem Verhältnis der Beleuchtungstärke für rasches und angenehmes Sehen zu der, die für das Sehen mit der verlangten Schnelligkeit und Genauigkeit noch notwendig ist.

Die Leitsätze der Amerikanischen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft geben für einzelne Arbeitsarten der verschiedensten Fabrik- und Handwerksbetriebe die Beleuchtungstärken als Grenzwerte an (minimaler und empfohlener Wert), die sehr stark streuen (z. B. für „sehr feine" Montage zwischen 250 und 1000 Lux). Ihre Benutzung bringt für den einzelnen Fall verschiedene Nachteile mit sich (Ungenauigkeit, umständliche Anwendung, manchmal sich widersprechende Werte), abgesehen davon, daß sie der wissenschaftlichen Grundlage entbehren. Zur Vermeidung dieser Unstimmigkeiten schlagen die Verfasser eine Ergänzung und Berichtigung der Beleuchtungsstärketafeln nach wissenschaftlichen Grundsätzen vor. Die empfohlenen Beleuchtungstärken müssen auf der Abhängigkeit der einzelnen Empfindlichkeiten des Auges von der Beleuchtungstärke aufgebaut sein, wonach die Abstufung der Beleuchtungstärken zu erfolgen hat. Es werden 10 geometrisch ($q = 2$) abgestufte Beleuchtungstärkewerte von 5 ... 5000 Lux empfohlen. Man erzielt dadurch eine einfachere und genauere Anpassung der Werte an die wirklichen Anforderungen. (M. Luckiesh u. F. K. Moss, Trans. Amer. Illum. Engr. Soc. Bd. 26, S. 1061.) *Su.*

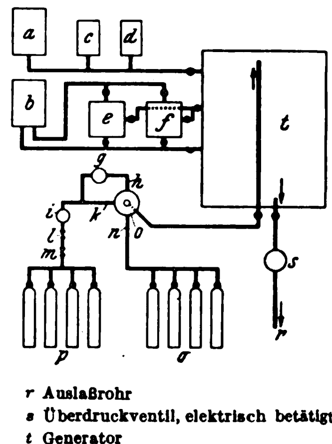
Elektromaschinenbau.

Fortschritte der Wasserstoffkühlung für Turbogeneratoren und Phasenschieber. — Während die Verwendung von Wasserstoff als Kühlmittel[1] für große Phasenschieber sich in den V. S. Amerika bereits weitgehend Eingang verschafft hat, sind Turbogeneratoren mit diesem Kühlverfahren bisher nur versuchsweise betrieben worden. Der Grund liegt darin, daß die mit keiner Antriebsmaschine gekuppelten Phasenschieber samt ihren Lagern unschwer in ein vollständig geschlossenes gasdichtes Gehäuse eingesetzt werden können, das Problem der Wasserstoffdichtung hier also leicht zu lösen war, während bei den Turbogeneratoren die Verhältnisse wesentlich schwieriger liegen, weil an der Kupplungseite mit der Turbine eine zuverlässig gasdichte Wellendurchführung ausgebildet werden muß. Hierfür kommt eine Flüssigkeitsdichtung zur Anwendung, u. zw. wird zwischen der Gehäusewand und dem Lager eine mit Öl bespülte mehrfache Ringdichtung vorgesehen. Beide großen amerikanischen Firmen haben bereits vor einigen Jahren im Anschluß an deutsche Vorversuche Generatoren nach diesen Gesichtspunkten ausgeführt und viele Monate lang in ihren eigenen Kraftwerken in Betrieb gehabt. Dabei hat sich herausgestellt, daß die Flüssigkeitsdichtung eine einwandfreie Abdichtung des Gases gewährleistet. Allerdings erschien es zunächst notwendig, das die Dichtung bespülende Öl von dem absorbierten Wasserstoff zu befreien, bevor es dem Kreislauf wieder zugesetzt wurde. Die zugehörige Apparatur wurde dadurch aber doch recht umfangreich und schien besonders sorgfältige Wartung erforderlich zu machen. Dies dürfte den Grund bilden, weshalb die Wasserstoffkühlung für Turbogeneratoren sich bisher noch keinen Eingang in die Praxis verschafft hat. Neuerdings hat nun die Westinghouse Co. in einem Bericht von M. D. Ross die Ergebnisse eines weiteren Versuches mit einem für Wasserstoffkühlung gebauten 7500 kVA-Generator bekanntgegeben. Sie erbringen einen bemerkenswerten Fortschritt, denn die Öldichtung ist vereinfacht und die Notwendigkeit der Entgasung des Öles beseitigt worden.



a Generatorschild
b Öffnung für Öl
c Schmiernut
d Generatorlager
e Ring, durch Feder gehalten
f Öleintritt
g Ölaustritt
h Labyrinthdichtung
i U-Rohr zum Hg-Abschluß

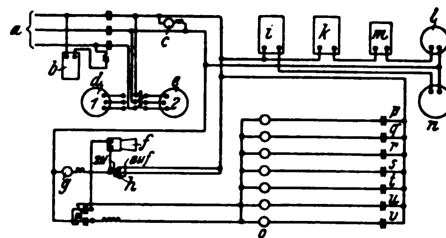
Abb. 1. Wellenabdichtung.



a Meßgerät und Relais für Druck in der Maschine
b Meßgerät und Relais für Druckunterschied gegen Atmosphäre
c Schalter, durch Drucksteigerung betätigt
d Schalter, durch Drucksenkung betätigt
e, *f* Lüfter mit Motorantrieb Nr. 1 u. 2
g elektrisch betätigtes Einlaßventil
h H_2-Automat
i Gasdruck-Meßgerät
k H_2-Handbetätigung
l Überdruckventil
m Reduzierventil
n CO_2
o Vierweghahn
p H_2-Flaschen
q CO_2-Flaschen
r Auslaßrohr
s Überdruckventil, elektrisch betätigt
t Generator

Abb. 2a. Rohrsystem der H_2-Beschickung und -Überwachung.

Abb. 1 zeigt die Einzelheiten der Wellenabdichtung. Sie erfolgt mit Hilfe von drei schmalen Messingringen, welche in entsprechende rechteckige Nuten des Dichtungsgehäuses passen und mittels Spiralfedern gegen die Welle gepreßt werden. Ein unter Druck von unten her zugeführter Ölstrom bespült diese Ringe und dient gleichzeitig ihrer Kühlung wie dem gasdichten Abschluß. Weitere Einzelheiten sind aus der Abbildung zu erkennen. Der Wasserstoffverlust war mit dieser Abdichtung trotz des Fehlens besonderer Entgasungsbehälter sehr mäßig. Unvermeidlich ist, daß kleinere Mengen von Luft vom Öl her in das Generatorgehäuse diffundieren, so daß reiner Wasserstoff aus einer Flaschenbatterie von Zeit zu Zeit zugesetzt werden muß. Der Wasserstoffgehalt des Kühlgases blieb so stets über 95 %, während eine Explosionsgefahr erst bei 30 % Luftgehalt beginnt.



a zum Drehstromnetz 110 V, 60 Hz
b Betätigungsschalter
c, *g*, *o* Signallampen
d, *e* Lüfter mit Motorantrieb Nr. 1 u. 2
f Hupe
h Druckknopf für Hupe
i Schalter, durch Drucksteigerung betätigt
k Schalter, durch Drucksenkung betätigt
l elektrisch betätigtes Einlaßventil
m Schalter für selbsttätige Bedienung
n Überdruckventil mit Motorantrieb
p Druck in d. Masch. hoch
q Druck in d. Masch. niedrig
r Gasdichte hoch
s Gasdichte niedrig
t Dichtungsthermostat
u Gasthermostat
v Flaschendruck niedrig

Abb. 2b. Schaltung der H_2-Beschickung und -Überwachung.

Der 7500 kVA-Generator hat außenliegende Schleifringe; der ringförmige Kühler ist über dem Lager eingebaut. Die Apparatur für die Beobachtung und Bedienung des Kühlsystems ist in einem besonderen Kasten angebaut.

[1] Vgl. ETZ 1926, S. 768.

Sie dient der selbsttätigen Aufrechterhaltung des vorgeschriebenen Gasdruckes in der Maschine, der den Atmosphärendruck ein wenig übersteigt, um Eintritt von Luft zu vermeiden, ferner der Beobachtung und Signalisierung des Wasserstoffgehaltes, welcher nicht unter 95 % fallen soll. Diese Kontrolle geschieht dauernd mit Hilfe eines kleinen elektrisch angetriebenen Ventilators, der dem Generator die Gasprobe entzieht und durch eine Düse wieder zuführt. Der Druckabfall in der Düse ist ein Maß für die Reinheit des Gases und wird registriert.

Abb. 2a und b zeigen das Gesamtsystem der Beschickung und Überwachung. In siebenmonatigem Betriebe mit gegenüber Luftkühlung um 25 % gesteigerter Leistung wurde ein einwandfreies Arbeiten des gesamten Kühlsystems erwiesen. Die Erbauer sind der Meinung, daß Generatoren von etwa 30 000 kVA ab in Zukunft mit Wasserstoffkühlung gebaut werden sollten, da sich die erhöhten Kosten der Konstruktion angenähert durch die Leistungssteigerung bezahlt machen und der um rd. 1 % verbesserte Wirkungsgrad, erreicht durch den fast vollständigen Fortfall der Luftreibungsverluste, eine sehr beträchtliche Betriebsersparnis bedeutet. So wird z. B. für einen 100 000 kW-Generator durch Anwendung der Wasserstoffkühlung eine Verlustsenkung um 600 kW berechnet, die bei 7000 Betriebsstunden je Jahr und 1,7 Pf als Wert der ersparten kW-Stunde eine Nettoersparnis von rd. 70 000 RM je Jahr erbringt, nach Abzug der Kosten für den zuzusetzenden Wasserstoff, die auf 8 RM/Tag geschätzt sind.

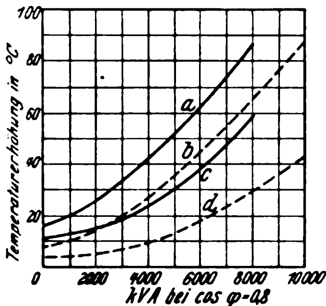


Abb. 3. Temperaturerhöhung bei Luftkühlung (*a*, *c*) und Wasserstoffkühlung (*b*, *d*).

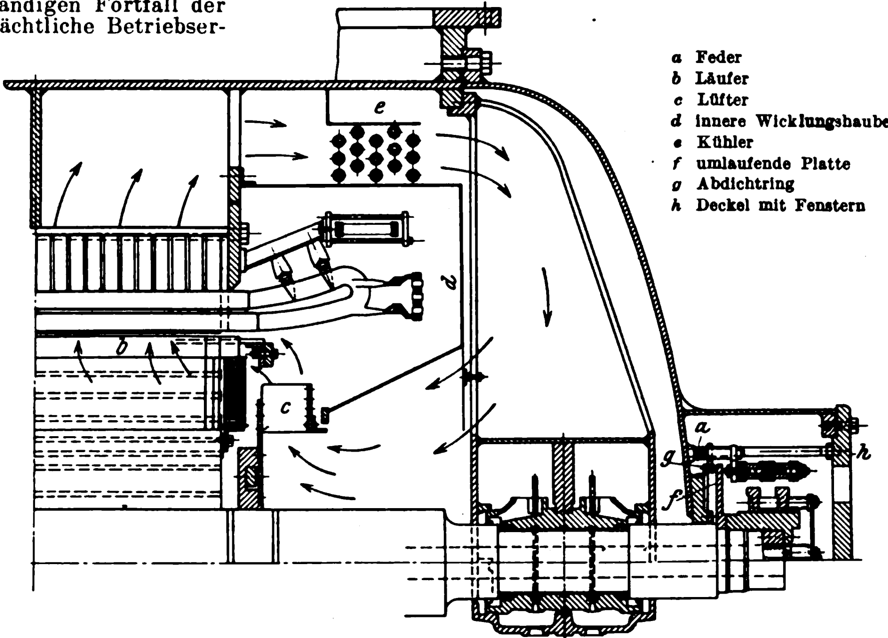


Abb. 4. Schnitt eines wasserstoffgekühlten Phasenschiebers für 15 000 kVA, 900 U/min mit eingebautem Kühler.

Abb. 3 zeigt die Temperaturzunahme der untersuchten 7500 kVA-Maschine für Luft- und Wasserstoffkühlung, und zwar ist *a* die Erwärmung des Läufers in Luft, *b* in Wasserstoff, *c* die Erwärmung des Ständers in Luft, *d* in Wasserstoff. Die Kurven lassen erkennen, daß eine 25prozentige Leistungssteigerung für den Rotor zulässig ist, während die Leistung des Stators sogar noch mehr gesteigert werden dürfte. Die zuzusetzende Wasserstoffmenge wird für die größten Generatoren auf nicht mehr als 6 m³/Tag berechnet. Die erste Inbetriebnahme und jede etwaige Öffnung des Generators zwecks Revision erfordern zur Vermeidung einer Explosionsgefahr vorherige Ausspülung des Gehäuses mit Kohlensäure. Zu erwähnen ist ferner noch, daß der Einbau des Kühlers in das Generatorgehäuse wegen seiner durch den Wasserstoff bedingten kleinen Abmessungen unschwer möglich ist und damit der Raum unter dem Generator an Zugänglichkeit beträchtlich gewinnt.

F e c h h e i m e r beschreibt einen neuen wasserstoffgekühlten Freiluft-Phasenschieber für 15 000 kVA, 11 500 V, 60 Hz, 900 U/min. Sein Aussehen und seine konstruktive Durchbildung sind aus Abb. 4 auch ohne nähere Beschreibung zu erkennen. Die für solche Maschinen entwickelten Sicherheitsmaßnahmen sind ausführlich erläutert. Außer der Verwendung eines explosionsfesten Gehäuses, einer Kohlensäurebatterie für Füll- und Spülzwecke und der selbsttätigen Aufrechterhaltung eines leichten Überdruckes im Gehäuse sind Anzeige- und Alarmvorrichtungen zur Meldung von Unregelmäßigkeiten im Druck und in der Zusammensetzung des Gases sowie zur Kontrolle der Wasser- und Ölzufuhr vorgesehen. Wie im Großmaschinenbau allgemein üblich, ist das Gehäuse aus Walzstahlplatten geschweißt, die balligen Schutzkappen sind heiß gepreßt, die Lager haben Wasserkühlung und sind vom Gehäuse elektrisch isoliert. Bemerkenswert ist die Ausbildung der Schleifringe: Sie sitzen außerhalb des Lagers, um ihre Zugänglichkeit zu erleichtern. Bei Öffnung der Schleifringkammer durch Entfernung der Bolzen (Abb. 4) wird der Spalt zwischen *g* und *f* durch die Federn *a* selbsttätig geschlossen, so daß das Innere des Gehäuses gegen die Schleifringkammer abgedichtet wird und nur ein geringer Wasserstoffverlust entsteht. Glasfenster in der Stirnwand *h* gestatten die betriebsmäßige Besichtigung der Bürsten und Ringe. Der Wirkungsgrad der wasserstoffgekühlten Maschine beträgt 98,5 %. Die vergleichenden Ergebnisse der Temperaturmessung bei Betrieb mit Luft und Gas zeigt die nachfolgende Tafel:

Art des Kühlmittels	Wasserstoff	Luft
Belastung in kVA	15 000	15 000
Spannung, Volt	11 500	11 500
Erregerstrom, Amp.	688	681
höchste Temperaturzunahme des Stators:		
über die Temperatur des kalten Gases, °C	28,9	50,6
über die Temperatur des kalten Wassers, °C	40,9	70,5
Temperaturzunahme der Rotorwicklung:		
über die Temperatur des kalten Gases, °C	55,0	83,4
über die Temperatur des kalten Wassers, °C	67,0	103,3
Differenz zwischen den Temperaturen des kalten Gases und des kalten Wassers, °C	12,0	19,9

Die Verbesserung der Wärmeabfuhr durch die Verwendung von Wasserstoff anstatt Luft als Kühlmittel entspricht ziemlich genau der aus deutschen Arbeiten bekannten Vorausberechnung.

Zu erwähnen ist noch, daß die wasserstoffgefüllten Maschinen kein Ventilationsgeräusch verursachen, so daß nur ein leichtes Brummen ähnlich dem von Transformatoren zu vernehmen ist.

Eine für die weitere Anwendung der Wasserstoffkühlung bei elektrischen Maschinen wichtige und bisher noch nicht bearbeitete Frage hat R. M. B a k e r experimentell untersucht, nämlich das Verhalten von Kohle- und Graphitbürsten auf Kommutatoren und Schleifringen beim Betriebe in einer Wasserstoffatmosphäre. Er kommt dabei zu wichtigen Ergebnissen:

Ein Kommutator und Bürstenapparat, der in Luft keinerlei Funkenbildung zeigt, arbeitet auch in Wasserstoff einwandfrei und zeigt eine sehr lange Lebensdauer der Bürsten. Tritt aber Funkenbildung auf, so kann diese in der Wasserstoffatmosphäre zu einem außer-

ordentlich schnellen Verbrauch der Bürsten und tiefen Verbrennungen der Kommutatoroberfläche führen, wenn die relative Feuchtigkeit der Wasserstoffatmosphäre hoch ist. Wird diese aber unter 10 % herabgesetzt, so ist das Verhalten mindestens ebenso gut wie in Luft. Der Spannungsabfall des Kohlenkontaktes ist in Wasserstoff beträchtlich niedriger als in Luft. Bei Schleifringen liegen die Verhältnisse so, daß ein befriedigender Betrieb von Kohlen- oder Graphitbürsten auf Stahlringen in einer Wasserstoffatmosphäre nicht zu erzielen war. Dagegen war das Verhalten bei Verwendung von Bronzeringen sehr günstig, und es zeigte sich sogar, daß der Spannungsabfall nur $^1/_{10}$ desjenigen in Luft betrug. Die Versuchsergebnisse werden jedoch nur als vorläufige angesehen, zumal die chemischen Vorgänge noch nicht geklärt sind. Zu dieser Frage liefert T. T. Hambleton noch einen beachtenswerten Beitrag. Er hat einen 3000 kW-Umformer für 10 000 A, 60 Hz, 300 V in einer Atmosphäre von Wasserstoff arbeiten lassen und dabei die Verluste, die Belastbarkeit und das allgemeine Verhalten untersucht. Der Luftreibungsverlust sank um 25 kW, und die Leistung konnte um 25 ... 30 % erhöht werden unter Einhaltung der früheren Temperatur, dabei zeigten insbesondere auch die stromführenden Teile keine erhöhte Erwärmung. (M. D. Ross, Electr. Engng. Bd. 50, S. 211; C. J. Fechheimer, Electric J. Bd. 28, S. 165; R. M. Baker, Electr. Engng. Bd. 50, S. 266; T. T. Hambleton, Electr. Engng. Bd. 50, S. 301.) *Phl.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Neue Versuche mit Nutzbremsung im Straßen- und Schnellbahnverkehr. — Seit etwa 3 Jahren findet die Frage der Stromrückgewinnung beim Bremsen in den Kreisen der Straßen- und Schnellbahnfachleute wieder eine ganz besondere Beachtung. Die sehr weitgespannten Erwartungen, die man eine Zeitlang auf die Verwendung gewöhnlicher Verbundmotoren in dauernder Reihenschaltung setzte, konnten sich allerdings nicht halten. Dagegen bietet das bei der Straßenbahn Nürnberg von Schwend seit langem entwickelte und immer weiter verbesserte System günstigere Aussichten. Es verwendet zwar auch Verbundmotoren, aber beim Anfahren ist die Nebenschlußwicklung außer Tätigkeit, so daß die Motoren als reine Reihenschlußmaschinen in Reihe und parallel arbeiten. Nur zur Feldschwächung wird die Nebenschlußwicklung herangezogen und dabei im umgekehrten Sinne gespeist. Bei der Nutzbremsung liegen die Motoren stets in Reihe und arbeiten als Gegen-Verbund-Generatoren. Sinnreiche Schaltungseinrichtungen sorgen dafür, daß im Falle des Spannungsloswerdens der Fahrleitung sofort selbsttätig auf Kurzschlußbremsung umgeschaltet wird, so daß der Bremsvorgang des Fahrzeugs praktisch ununterbrochen bleibt.

Nach diesem System baute die Hamburger Hochbahn AG. einen Straßen- und einen Hochbahnwagen um, um durch Versuchsfahrten sichere Grundlagen über die im Betrieb zu erwartenden Stromersparnisse usw. zu gewinnen, und gab dankenswerter Weise einem größeren Kreise von Fachleuten aus den Verkehrsverwaltungen und der Industrie Gelegenheit, an Versuchsfahrten mit diesen Fahrzeugen teilzunehmen. Die Bremswirkung war bei beiden Fahrzeugen für die Erfordernisse des praktischen Betriebs in jeder Beziehung voll ausreichend. Auch bei Schnellbremsung traten keinerlei Störungen auf, sondern es wurde im Gegenteil gerade beim Hochbahnwagen, der allerdings eine hohe Fahrstufenzahl für die Nutzbremsung hatte erhalten können, beachtet, daß die Schnellbremsung aus hoher Geschwindigkeit trotz schärfster Bremsverzögerung ohne jeden Stoß erfolgte. Die im Betrieb festgestellte Stromersparnis ist natürlich in hohem Maße von den Verkehrseigenarten der jeweilig untersuchten Strecke abhängig, dürfte aber im allgemeinen etwa 26 % betragen. Ob sie ausreicht, um die erprobte Nutzbremseinrichtung in weiterem Umfange einzuführen, können nur ganz eingehende Berechnungen erweisen, die außer den Anschaffungs- und Umbaukosten, dem Strompreis usw. auch die Instandhaltungs-Aufwendungen genau berücksichtigen. Sicher ist jedoch, daß mit steigender Reisegeschwindigkeit die durch die Nutzbremsung gewonnene Stromersparnis erheblich wächst, so daß sie für die Zukunft ein wertvolles Mittel darstellt, die Reisegeschwindigkeit ohne erhebliche Vermehrung der Stromkosten zu steigern.

Die Nutzbremsung mittels Bremsumformers[1] wurde inzwischen auch bei den Straßenbahnen Frankfurt a. M. und Saarbrücken erprobt. Das Ergebnis[2] ist eher noch etwas günstiger als in Hannover, so daß man auf eine baldige praktische Verwendung dieses Systems wohl hoffen darf.

Auf der Tagung des Internationalen Straßen- und Kleinbahnvereins im Haag, Juni 1932, fand die Frage der Stromrückgewinnung großes Interesse. Bacqueyrisse, Paris, berichtete über die in Frankreich versuchten verschiedenen Schaltungen (Verbundmotoren), Mattersdorff, Hamburg, namentlich über Schaltungen nach Schwendt, und Kremer, Frankfurt, gab einen Überblick über die mit Bremsumformer in Frankfurt erreichten Erfolge. *ds*

Bergbau und Hütte.

Eine französische Förderlokomotive für 1500 V Gleichstrom. — M. P. Bertault beschreibt eine 1500 V-Lokomotive, die in den Gruben von Blanzy läuft und für den Betrieb über Tage bestimmt ist. Die Fahrdrahtspannung von 1500 V Gleichstrom, der in einem Unterwerk mit Hilfe von Transformator und Umformer erzeugt wird, wurde mit Rücksicht auf einen großen Aktionsradius gewählt. Es handelt sich, wie aus Abb. 5 hervorgeht, um ein vierachsiges Modell mit zentral angeordnetem Bedienungsstand. Auf jeder Achse befindet sich ein Motor für 750 V Spannung und 148 PS Stundenleistung, wobei die Lokomotive eine Geschwindigkeit von 18,8 km/h entwickelt. Zwei hintereinander geschaltete Motoren bilden eine Einheit, während die beiden Einheiten wiederum in Reihe oder parallel geschaltet werden. Außer der Hauptbremse ist eine Handbremse vorgesehen, ferner ein selbsttätiger Schalter mit magnetischer Funkenlöschung und eine Schmelzsicherung, gegen atmosphärische Entladungen ein Hörner-Blitzableiter mit Selbstinduktionsspule. Der Kompressor motor liegt direkt an 1500 V. Der Stromabnehmer kann sich einer Fahrdrahthöhe zwischen 4,60 und 6,50 m an-

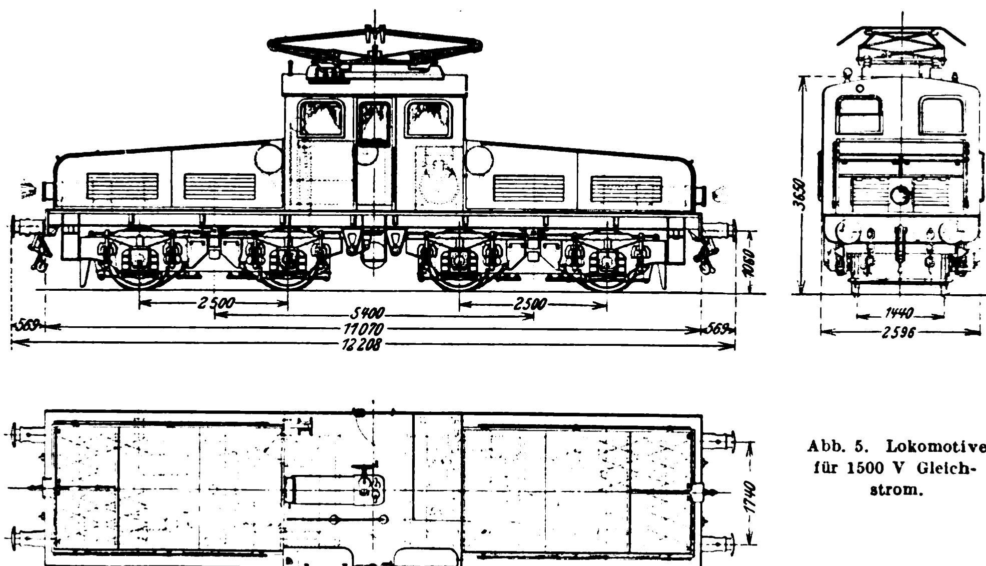


Abb. 5. Lokomotive für 1500 V Gleichstrom.

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 451.
[2] Vgl. Verkehrstechn. 1932, S. 319.

passen. Die Bedienung des Stromabnehmers geschieht mittels Druckluft. Das Gewicht der Lokomotive beträgt 60 t. (M. P. Bertault, Rev. Électr. Méc. 1931, S. 17.) *Ka.*

Fernmeldetechnik.

Messung von Echos bei der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in der Atmosphäre. — Die Echomessungen wurden im Prinzip nach der Methode von Breit und Tuve[1] unter Zuhilfenahme des Münchener Rundfunksenders und eines Senders des Reichspostzentralamts am Herzogstand[2] bei einer Frequenz von 563 kHz (532,9 m) durchgeführt. Der Sender wurde dabei vermittels einer stark gesättigten Eisendrossel mit einem 500 Hz-Generator derart moduliert, daß er kurze Wellenimpulse aussandte, die beim Empfänger mittels einer Braunschen Röhre registriert wurden. Die Ankunft der Zeichen der direkten Bodenwelle und der aus der Atmosphäre auf die Erde zurückgekrümmten Raumwellen (Echos) wurde nämlich durch transversale Ablenkung des unter dem Einfluß eines 500periodigen magnetischen Drehfeldes umlaufenden Kathodenstrahles bestimmt. Aus der bekannten Entfernung von Sender und Empfänger und der beobachteten Zeitdifferenz zwischen direkten Zeichen und Echos ergibt sich sodann unter der Annahme, daß die Wege der Echos die Schenkel gleichschenkliger Dreiecke über der Strecke Sender—Empfänger durchlaufen, die wirksame Höhe für die reflektierende, elektronenhaltige Atmosphärenschicht (Kennelly-Heaviside-Schicht) auf Grund elementarer Berechnung als Höhe dieser Dreiecke.

Die Synchronisierung der Modulationsfrequenz der Wellengruppenimpulse und der Frequenz des Drehfeldes erfolgt dabei in der Weise, daß das Drehfeld beim Empfänger durch einen 500 Hz-Röhrengenerator hergestellt wird. Auf diese Weise wird erreicht, daß die Wellenimpulse auf dem Schirm der Braunschen Röhre ein stehendes Bild ergeben, bei dem der Winkelabstand zwischen den direkten Zeichen und den Echos dauernd den Laufzeitunterschied und damit die Höhe der zu berechnenden Schicht ergibt.

Bezüglich der Ergebnisse im einzelnen muß auf die ausführliche Arbeit selbst verwiesen werden. Von den hauptsächlichen Ergebnissen sei kurz nur folgendes mitgeteilt: 1. Die Echos lassen sich vorzugsweise durch Reflexionen an einer Schicht in einer wirksamen Höhe zwischen 89 und 98 km erklären. Häufig findet dabei eine zweifache, seltener eine dreifache Reflexion statt. 2. Die Höhe der wirksamen Schicht erwies sich nicht abhängig von der Entfernung zwischen Sender und Empfänger. 3. Der Polarisationszustand der aus der Atmosphäre zurückkommenden Wellen ändert sich dauernd. 4. Die Intensität der Echos war sehr verschieden, z. T. zwei- bis dreimal stärker als die direkten Zeichen. 5. Das Auftreten von mehrfachen Echos war ebenfalls starken Schwankungen unterworfen. 6. Ein Einfluß der Jahreszeit konnte nicht eindeutig nachgewiesen werden. 7. Das Auftreten der Echos wurde hauptsächlich in der Zeit zwischen 1 h vor Sonnenuntergang bis 1 h nach Sonnenaufgang beobachtet. 8. Die zeitlichen Änderungen in der wirksamen Höhe und der Intensität der Echos verliefen zum Teil langsam in einigen Stunden, zum Teil sehr rasch in wenigen Sekunden. 9. Beobachtungen an Echos mit mehr oder weniger verschiedener Laufzeit machen die Annahme wahrscheinlich, daß die reflektierende Schicht Wellungen aufweist und nicht einfach horizontal ist. 10. Ob Zusammenhänge mit dem Auftreten von Nordlichtern bestehen, konnte nicht geklärt werden. (G. Goubau u. J. Zenneck, Z. Hochfrequenztechn. Bd. 37, S. 207.) *K. Kl.*

Das Fernsprechwesen in Lettland 1930/31. — Im Berichtsjahr erhöhte sich die Länge der Kabeladern für den Fernverkehr von 1041 auf 1248 km oder um rd. 20 %. Die Entwicklung des Netzes geht aus nachstehender Übersicht hervor:

	1930/31	1929/30	1928/29	Zunahme 1930/31
Zahl der Vermittlungstellen	904	836	751	+ 8%
„ „ öffentlichen Sprechstellen	1 293	1 193	1 057	+ 8%
„ „ Teilnehmer	49 237	40 996	33 390	+ 20%
eine Vermittlungstelle entfällt auf km²	53,8	59,6	65,9	
eine Vermittlungstelle entfällt auf Einwohner	1 500	1 700	1 800	
eine Sprechstelle entfällt auf km²	1,3	1,6	1,9	
eine Sprechstelle entfällt auf Einw.	37	45	56	
auf 1 km² entfallen Sprechstellen	0,8	0,6	0,5	
auf 100 Einwohner entfallen Sprechstellen	2,7	2,2	1,8	

[1] G. Breit u. M. A. Tuve, Physic. Rev. Bd. 28, S. 571 (1926).
[2] Vgl. ETZ 1927, S. 812.

Mit folgenden Ländern wurde im Berichtsjahr der Fernsprechverkehr eröffnet: Belgien, Dänemark, Frankreich, Großbritannien, Holland, Luxemburg, Norwegen, Österreich, Schweiz, Tschechoslowakei, Ungarn und Argentinien.

Die Verkehrsentwicklung ergibt sich aus folgenden Zahlen:

	1930/31	1929/30	1928/29	Zunahme 1930/31
Ortsgespräche	80 080 635	63 641 690	56 725 531	26%
Ferngespräche:				
Inland	9 440 799	7 067 618	5 501 707	33%
Ausland, abgehend	86 488	86 515	72 227	
„ ankommend	89 418	87 027	73 544	
„ Durchgang	14 282	513	—	
„ zusammen	190 188	174 055	145 771	+ 9%
„ davon dringend	3 618	3 643	4 479	
V u. HP	9 340	5 577	2 884	

Die Gespräche mit dem Ausland verteilen sich wie folgt:

Land	abgehend	ankommend	zusammen	% des Gesamtverk.
Belgien	226	253	479	0,3
Dänemark	385	650	1 035	0,6
Danzig	3 351	4 247	7 598	4,3
Deutschland	12 077	13 837	25 914	14,7
Estland	19 522	19 122	38 644	22,0
Finnland	2 167	2 718	4 885	2,8
Frankreich	409	231	640	0,4
Großbritannien	209	233	442	0,2
Holland	117	177	294	0,2
Litauen	36 826	35 678	72 504	41,2
Luxemburg	27	—	27	—
Norwegen	127	111	238	0,1
Österreich	115	83	198	0,1
Polen	6 769	6 376	13 145	7,5
Schweden	927	950	1 877	1,1
Schweiz	116	66	182	0,1
Ungarn	1	1	2	—
Union der Soz. Sowjet-Republiken	3 064	4 588	7 652	4,3
Tschechoslowakei	52	97	149	0,1
Argentinien	1	—	1	—
Zusammen	86 488	89 418	175 906	100,0

Mehr als ¾ des gesamten Auslandsverkehrs entfällt auf die Sprechbeziehungen mit Deutschland, Estland und Litauen.

Die Einnahmen aus dem Sprechverkehr beliefen sich auf

1930/31	1929/30	1928/29
7 712 642 Ls	6 445 795 Ls	5 575 806 Ls

(Jahresbericht der lettländischen Post- und Telegraphenverwalt. 1930/31.) *Gth.*

Verschiedenes.

Jubiläum an der T. H. Darmstadt. — Das Elektrotechnische Institut der T. H. Darmstadt wurde am 1. XI. 1882 gegründet. Anläßlich des 50jährigen Bestehens soll am Sonnabend, dem 29. X. 1932, im einfachsten Rahmen eine Feier abgehalten werden. Geplant ist: vormittags ein kurzer Festakt im großen Hörsaal, anschließend einige Vorträge, gemeinsames Essen; nachmittags Besichtigung der Laboratorien mit Vorführungen. Abends findet ein Kommers mit den Studierenden statt.

Die feierliche Rektoratsübergabe der T. H. erfolgt am Freitag, dem 28. X.; der Abend dieses Tages ist als Begrüßungsabend gedacht.

Alle alten Schüler und Freunde des Institutes sind herzlich eingeladen; sie werden gebeten, möglichst bis zum 10. VIII. der Abteilung für Elektrotechnik vorläufig unverbindlich mitzuteilen, welche Veranstaltungen — Rektoratsübergabe, Feier im Institut, Kommers — sie mitzumachen gedenken.

Emil Rathenaus Studiengesellschaft für elektrische Beleuchtung. — Vor 50 Jahren, am 15. VII. 1882, trat die Studiengesellschaft ins Leben, die Emil Rathenau Gelegenheit gab, den praktischen Wert der Beleuchtung mit Edison-Glühlicht nachzuweisen. Im Rahmen der Studiengesellschaft gelang es, die Voraussetzungen für die 1883 folgende deutsche Edison-Gesellschaft für angewandte Elektrizität, die spätere AEG, zu schaffen.

Bimetall. — In den „Mitt. der Dtsch. Ges. f. Metallk." 1932, H. 7, S. 167, ist der DIN-Entwurf 1 E 1715 zum Abdruck gekommen, der Begriff und Herstellung eines Bimetalls festlegt und ergänzende Bemerkungen dazu macht. Interessenten können den Wortlaut des Entwurfs, dessen

Abdruck uns die Raumbeschränkung nicht gestattet, dort nachlesen. Die Einspruchsfrist gegen den Entwurf ist auf den 15. IX. 1932 festgesetzt worden. *of*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Normentagung in Bielefeld. — In Bielefeld fand am 25. VI. im Haus der Technik eine Tagung des Ausschusses „Einführung der Normen in die Praxis" statt, die von rd. 140 Teilnehmern besucht war. Nach der Eröffnung der Tagung durch den Obmann des Einführungsausschusses, Prof. Meyenberg, Braunschweig, und verschiedenen Begrüßungsansprachen folgten 3 Fachberichte. Dr.-Ing. F. W. Duesing, Duisburg, sprach über „Die deutschen Werkstoffnormen und ihre Bewährung in der Praxis". Die seit der Einführung der Werkstoffnormen vergangenen Jahre hätten gezeigt, daß die mit der Vereinheitlichung verbundene Sortenbeschränkung sowohl für den Erzeuger als auch für den Verbraucher sich vorteilhaft ausgewirkt habe. Im Falle der Verwendung der Normen als Güte- und Liefervorschriften schafften Probenahme und Prüfung oftmals erhebliche Schwierigkeiten, doch lasse sich das Für und Wider dahin zusammenfassen, daß die Frage nach der Bewährung der Werkstoffnormen durchaus zu bejahen und die Normung weiterer Werkstoffe wünschenswert sei. Vor allem sollten die Werkzeugstähle und Schnellstähle im Interesse der Verbilligung unserer Erzeugungskosten so schnell wie möglich genormt werden. Anschließend sprach Dipl.-Ing. C. Schreibmayr, Berlin, über „Das Normbüro in industriellen Betrieben". An Hand einer Reihe klar umrissener Lichtbilder wurde das Aufgabengebiet des Normeningenieurs im einzelnen nach einheitlichen Gesichtspunkten erläutert; dabei wurden die engen Zusammenhänge zwischen den Aufgaben der verschiedenen Betriebstätten und des Normbüros gezeigt. Aufgabe des Arbeitsausschusses werde es sein, Richtlinien für die praktische Zusammenarbeit an Hand ausgezeichneter Werksbeispiele auszuarbeiten und damit die wirtschaftliche Auswirkung der Normung in den Betrieben zu fördern.

„Die Normung im Vorrichtungsbau" behandelte Ober-ing. Müller, Berlin. Wenn auch jede Vorrichtung der Form des Werkstückes und der Fertigungsart angepaßt sein müsse, so setze sie sich doch aus gleichartigen Formen immer wieder verwendbarer Elemente zusammen. Für alle diese Elemente nach den genormten Zahlenreihen Ordnung in den Abmessungen zu schaffen, überflüssige Ausführungen und Größen auszumerzen, sei Sache einer „Normung der Vorrichtungen". Dieser Aufgabe habe sich die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure unterzogen; als Ergebnisse lägen bislang verschiedene Normblätter über Spannschrauben vor, weitere über Spanneisen, Bohrbuchsen und Auflagebolzen seien in Vorbereitung.

Am Nachmittag fand die Tagung ihre Fortsetzung durch eine Aussprache im engeren Kreise des Einführungsausschusses. Dabei wurde vor allem über Werkstoffangaben auf Normblättern, über die äußere Kennzeichnung von Schrauben verschiedener Werkstoffgüten, über Durchgangslöcher sowie über die Verwaltung der Normblattsammlungen in Büros und Betrieben beraten. *of*

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft[1]. — Trotz der ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnisse wies die Anschlußbewegung im Arbeitsgebiet der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke AG. 1931 noch eine erfreuliche Steigerung auf. Die Zahl der eingebauten Zähler ist von 949 620 um rd. 7,6 % auf 1 021 327, die der Hausanschlüsse und Hochspannungsübergabestellen von 93 554 um 3,6 % auf 96 957 angewachsen; die Hochspannungsmeßsätze haben sich allerdings um rd. 1,9 % von 1076 auf 1056 verringert. Die Anschlußwerte zeigten am Jahresende folgende Veränderungen:

	1931	1930	Änderung%
Zählermeßbereich der Niederspannungsabnehmer . . .	600 403 kW	599 407 kW	+ 0,17
Vertragsleistung der Hochspannungsabnehmer . . .	398 632 kVA	408 048 kVA	− 2,31
Anschlußwert der öffentlichen Beleuchtung	1 918 kW	2 576 kW	− 25,54

Erzeugt wurden 947,363 Mill kWh, d. s. rd. 10 % weniger als 1930 (1056,431), während der Fremdstrombezug — vorwiegend von den Elektrowerken — um 8 % von 441,030 auf 476,291 Mill kWh und sein Anteil an der Gesamtarbeit infolge des neuen Vertrags mit den Elektrowerken von 29,45 % auf 33,46 % gestiegen sind. Das ergibt im ganzen 1423,654 Mill kWh (1497,461 i. V.) und nach Abzug des Selbstverbrauchs sowie der Bezugsverluste als Lieferung in das Leitungsnetz 1330,025 Mill kWh (1407,463 i. V.). Hiervon hat die Gesellschaft bei 116,478 Mill kWh oder rd. 8,8 % Verlust (116,820 bzw. 8,3 % i. V.) 1213,547 Mill kWh bzw. rd. 6 % weniger als im Vorjahr (1290,642) verkauft. Der Verbrauch der Hochspannungsabnehmer ist gegen 1930 wegen des erheblich schlechteren industriellen Beschäftigungsgrades um 9,5 %, der der Niederspannungskunden infolge der geschäftlichen Notlage des Kleingewerbes und der Einschränkungen im Haushalt um rd. 7 % gesunken. Beim Fahrstrom für Schnellbahn und Berliner Verkehrs-AG. betrug der Rückgang nur 0,84 %. Die Jahreshöchstleistung war mit 408 500 kW um rd. 12 % niedriger als 1930 (463 800 kW). Aus der Arbeitsbilanz ersieht man, daß an dem Gesamtausbringen die eigenen Kraftwerke der Berichterstatterin mit 66,54 % (70,55 i. V.), die Elektrowerke mit 31,28 % (27,66 i. V.), das MEW mit 2,06 % und das Städtische Werk Buch mit 0,12 % beteiligt waren. Lieferungsseitig entfielen 56,07 % auf Hochspannung (56,36 i. V.), 29,17 % auf Niederspannung (29,82 i. V.) und 14,76 % auf Eigenverbrauch, Verluste usw. (13,82 i. V.). Der Gesamtwirkungsgrad ist von 86,19 % auf 85,24 % gefallen. Je selbsterzeugte Kilowattstunde (brutto) hat die BEWAG im Berichtsjahr 4242 kcal aufgewendet (4428 i. V.). Aus den Mitteilungen des Vorstandes, die sich eingangs auf die Gründung der Berliner Kraft- und Licht-AG. und deren Gesellschaftsvertrag beziehen[1], entnehmen wir, soweit sie die Ausgestaltung der von der BEWAG gepachteten Betriebsanlagen betreffen, daß im Kraftwerk West die ersten drei Huptturbinen nebst Kesseln usw. in den normalen Betrieb übernommen worden sind und die Bauarbeiten im zweiten Teil der Zentrale vor der Beendigung stehen. Die Frequenzregelung des gesamten mit den BEWAG-Werken zusammengeschalteten Netzes der Elektrowerke AG. und der mit diesem gekuppelten mitteldeutschen Systeme hat man dem Kraftwerk Klingenberg übertragen, das, nebenbei bemerkt, an dem Gesamtausbringen 1931 mit 54,28 % beteiligt war (54,56 % i. V.). An verschiedenen Punkten des Netzes versuchsweise eingebaute öllose Schalter (30 und 6 kV) haben sich bewährt. Die Netzerweiterungsarbeiten wurden wieder auf das notwendigste eingeschränkt, die Umschaltung auf Drehstrom nur in sehr mäßigem Umfang fortgesetzt. Hinsichtlich der Vergrößerung des Stromabsatzes bemerkt der Vorstand, daß diese nach Lage der Dinge weniger in der Gewinnung neuer Abnehmer als in der Entwicklung neuer Anwendungsgebiete der Elektrizität gefunden werden könne und hier der als verhältnismäßig krisenfest erwiesene Haushaltverbrauch besonderes Interesse verdiene; der Nachdruck müsse dabei auf Heißwasserspeicher, Herde und Kühlschränke gelegt werden. Über die zu diesem Zweck von der BEWAG getroffenen Tarifmaßnahmen haben wir früher berichtet[2]. Der Ausblick auf das laufende Jahr erscheint dem Vorstand sehr ernst; das Ergebnis der bisher abgerechneten Monate liegt etwa 12,5 % unter 1931. Einnahmen aus Stromlieferung: 147 561 169 RM (155 927 789 i. V.), aus Wärmelieferung: 1 258 402 RM (1 222 245 i. V.), aus Sonstigem: 889 054 RM (975 029 i. V), Überschuß: 51 595 909 RM; er wird an die BKL ausgeschüttet (i. V. Reingewinn: 1 589 876 RM, Dividende: 10 % auf 15 Mill RM AK).

Infolge weiterer Verschlechterung der Wirtschaftslage sind die Geschäftserträgnisse der Elektra AG., Dresden, 1931 von 2 868 025 auf 2 660 916 RM und der Reingewinn mit Vortrag von 1 927 980 auf 1 633 706 RM zurückgegangen, so daß nur eine Dividende von 10 % auf 15 Mill RM AK. verteilt werden konnte (12 % i. V.).

Das Großkraftwerk Württemberg AG., Heilbronn a. N., hat 1931 in der hydraulischen Zentrale Kochendorf 35,04 Mill kWh erzeugt (27,20 i. V.) und die Dampfzentrale Heilbronn nur kurze Zeit in Betrieb gehalten. Einschl. des Fremdstrombezugs ergibt sich ein Arbeitsbetrag von 45,23 Mill kWh (40,45 i. V.). Die Gesamtabgabe betrug 43,9 Mill kWh (38,46 i. V.), so daß der Wirkungsgrad von 95 % auf rd. 97 % gestiegen ist. Überschuß: 258 564 RM (278 557 i. V.), Gewinn mit Vortrag 8585 RM (13 455 i. V.); er wird wieder auf neue Rechnung vorgetragen.

Beim Großkraftwerk Franken AG., Nürnberg, ist 1931 der Stromabsatz von rd. 181 auf rd. 163 Mill kWh, also um rd. 10 % zurückgegangen, und seit Beginn

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 658.

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 673; 1932, S. 91.
[2] Vgl. ETZ 1931, S. 1583.

des neuen Geschäftsjahres zeigt sich eine weitere Verminderung des Verbrauchs, deren Ausmaß bis Ende 1932 sich noch nicht abschätzen läßt. Trotz der Ungunst der Verhältnisse gewährt die Gesellschaft seit Beginn dieses Jahres einen Preisnachlaß von 12 % auf die Arbeitsgebühr. Der Strom für sie wird hauptsächlich in den Wasserkraftwerken Kachlet und Viereth der Rhein-Main-Donau AG. gewonnen, die bekanntlich mit den eigenen Werken der Berichterstatterin Gebersdorf und Hausen durch die Betriebsgemeinschaft Kachlet-Franken G. m. b. H. zusammengeschlossen ist. Infolge günstiger Wasserführung wurde nur eine verhältnismäßig geringe Zusatzstrommenge aus dem Bayernwerk benötigt. Gebersdorf stand in Reserve; der zweite 100 kV-Kabelstrang von diesem nach dem Umspannwerk Tullnau ist vollendet worden. Betriebsüberschuß: 2 588 005 RM (2 609 685 i. V.), Bilanzüberschuß: 477 527 RM (699 494 i. V.), Dividende: 6 % auf 7 Mill RM StAK. (9 % i. V.). *fm.*

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Fachsitzung

für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am 29. September 1931 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Besprechung des Vortrags[1]

des Herrn Dr.-Ing. Erich Krohne:

„Betriebs- und Versuchsergebnisse mit den neuen Niederspannungs-Maschennetzen der Berliner Städtische Elektrizitätswerke Akt.-Ges."

Vorsitzender: Herr Direktor Dr.-Ing. E. h. Rehmer.

Vorsitzender: Es gereicht mir zur besonderen Freude, wiederum die erste Sitzung des Jahres einleiten zu können, und zwar abermals mit einem Vortrag aus dem engsten Arbeitsgebiet meines Ressorts aus der Berliner Städt. Elektrizitätswerke AG. Die BEWAG hat keinerlei fabrikatorische Interessen; sie hat daher auch keine Hemmungen, die Erkenntnisse, die sie gesammelt hat, so schnell wie irgend möglich der Öffentlichkeit mitzuteilen. Sie tut das auch in erster Linie aus dem Bestreben heraus, Mitarbeiter und Mitstreiter zu bekommen, vor allem auf den Gebieten, die noch neu sind. Und was Herr Dr. KROHNE Ihnen heute vortragen wird, ist neu, ist noch sehr umstritten, nicht nur bei uns in Deutschland, sondern namentlich auch in der amerikanischen Literatur, insbesondere gerade in den letzten Nummern fast aller amerikanischen Zeitschriften, obwohl dort vieles von dem, was Ihnen heute vorgetragen werden wird, bereits eingeführt ist. So beruht letzten Endes auch der heutige Vortrag auf Anregungen, die Herr Dr. KROHNE und ich auf einer Amerikareise vor zwei Jahren erhalten haben. Was Ihnen jetzt vorgetragen wird, sind die Ergebnisse zweijähriger intensivster Arbeit, nicht nur am grünen Tisch, sondern auch im Laboratorium und auf dem Versuchstand.

Ich bitte nun Herrn Dr. KROHNE das Wort zu nehmen zu seinem Vortrag über das Thema: „Betriebs- und Versuchsergebnisse mit den neuen Niederspannungs-Maschennetzen der Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG. (BEWAG)."

(Folgt Vortrag[1].)

Vorsitzender: Herzlichen Dank, Herr Dr. KROHNE, für den schönen Vortrag, den Sie uns gehalten haben. Ich eröffne nun die Diskussion und bitte um Wortmeldungen.

Herr **Mestermann:** Ich glaube, die außerordentlich interessanten und überzeugenden Ausführungen des Herrn Dr. KROHNE haben uns zum mindesten gezeigt, daß man auf dem Maschennetzgebiet auch in Deutschland schon recht weit aus dem Bereich des „grünen Tisches" in den der praktischen Wirklichkeit vorgedrungen ist. Es dürfte vielleicht interessieren, im Anschluß an die Betriebsdaten, die Herr Dr. KROHNE brachte, einige Zahlen aus Amerika zu hören, die wir in den letzten Wochen von unseren amerikanischen Freunden erhielten.

Von den 60 nordamerikanischen Städten, in denen bisher das Maschennetzsystem mit durchweg gutem Erfolg eingeführt ist, sind allein in New York bei der United Electric Anfang dieses Jahres etwa 1820 Maschennetzstationen in Betrieb gewesen, und zwar mit einer gesamten Transformatorenleistung von etwa 290 000 kVA, d. h. im Mittel etwa 160 kVA je Transformator. Von diesen 290 000 kVA waren etwa 210 000 kVA an 50 13,8 kV-Speiseleitungen angeschlossen, d. h. im Mittel war jede Speiseleitung mit etwa 4100 kVA belastet. Diese Zahlen bedeuten, daß 98,5 % der gesamten 60 Perioden-Netztransformatoren in Manhattan im Maschinennetzbetrieb sind.

Im Jahre 1928 kamen in diesem ausgedehnten Maschennetzgebiet 49 niederspannungseitige Kabelfehler vor, die durch Ausbrennen beseitigt wurden, nur in einem einzigen Fall sprach die kurzschlußträge Sicherung im Maschennetzschalter an. Im Jahre 1930 betrug die Zahl der niederspannungseitigen Kabelfehler, die gleichfalls selbsttätig ausbrannten, 53, hierbei sprach die träge Sicherung in zwei Fällen an (infolge zu langer Ausbrenndauer).

Die Zahl der hochspannungseitigen (13,8 kV) Kabelfehler betrug im Jahre 1928 52 (2), im Jahre 1930 113 (9); die in Klammern eingeschlossenen Zahlen beziehen sich auf die Fälle, in denen die in den Maschennetzschaltern eingebauten kurzschlußträgen Sicherungen (infolge Versagens der Maschennetzschalter) ansprachen. An Netztransformatoren-Fehlern kamen im Jahre 1928 2, im Jahre 1930 12 vor.

Zu den Spannungschwankungen im Maschennetz ist zu bemerken, daß im allgemeinen als wünschenswert die Nennspannung ± 3 % bezeichnet wird. In Wirklichkeit kamen in New York in weniger als 10 % des Bezirks Spannungschwankungen über ± 2 % vor.

Es dürfte vielleicht außerdem noch interessieren, daß allein in Brooklyn (New York) in den letzten Wochen ein Auftrag auf 124 Unterpflaster-Maschennetzstationen, wasserdicht gekapselt, von je 500 kVA mit Spannungen von 27 000 auf 216/115 V vergeben worden ist. Die Kosten je Transformator einschl. hochspannungseitigem Trennerdungschalter und niederspannungseitigem Maschenschalter betrugen je Station etwa 22 000 RM.

Herr **Besold:** Gestatten Sie mir, daß ich zu den Ausführungen des Herrn Dr. KROHNE einige Worte vom Standpunkt des Konstrukteurs hinzufüge.

Obwohl die Maschennetze in Amerika seit einigen Jahren in einer größeren Anzahl von Städten eingeführt und in Betrieb sind, haben wir doch dem Vortrag des Herrn Dr. KROHNE entnehmen können, daß noch eine erhebliche Entwicklungsarbeit von der Berliner Elektrizitätswerke AG. (BEWAG) zu leisten war, ehe an eine Einführung des Maschennetzsystems im Berliner Netz gedacht werden konnte. Einen großen Teil dieser Arbeit nahmen dabei die Untersuchungen in Anspruch, die Auskunft über die Anwendbarkeit des in Amerika bei 220 V Verteilungspannung und Verlegung von Einleiterkabeln üblichen Ausbrennverfahrens bei den deutschen Verhältnissen (380 V und Dreileiterkabel) geben sollten. Wie weit bei den deutschen Betriebsverhältnissen durch das Ausbrennen eine sichere Löschung noch eintritt, hat uns vor einem halben Jahr Herr Dr. KROHNE hier an gleicher Stelle in einem Vortrag über Ausbrennversuche erläutert, die die BEWAG auf ihrem Prüfstand selbst vorgenommen hatte. Die Ergebnisse dieser Ausbrennversuche stimmten gut mit den von uns auf dem Prüfstand der Siemens-Schuckertwerke vorgenommenen Versuchen überein. Es war gefunden worden, daß bis 220 V die Kabelfehler stets durch Ausbrennen gelöscht werden, bei 380 V dagegen ungefähr bei 15 000 A die Grenze liegt, so daß es notwendig ist, im 380 V-Netz den Kurzschlußstrom auf diese Höhe durch Kurzschlußdrosseln zu begrenzen.

Will man sich vom Einbau der Drosselspulen freimachen, so muß der Kurzschlußschutz durch Sicherungen bewirkt werden, die den von Herrn Dr. KROHNE erwähnten drei Bedingungen genügen müssen. Diese Bedingungen, die, gemessen an den seinerzeit auf dem

[1] ETZ 1932, S. 645 u. 720.

Markt befindlichen Sicherungen, auf eine Erhöhung der zulässigen Kurzschlußleistung bei gleichzeitiger Erhöhung der Kurzschlußträgheit hinauslaufen, sind gleichbedeutend mit einer Steigerung der Schaltleistungsbeanspruchung der Sicherung um ein Vielfaches der damals üblichen Werte. Es ist daher verständlich, daß dem Sicherungskonstrukteur der Bau einer solchen Sicherung als eine schwere Aufgabe erschien, zu deren Lösung eingehende Studien über den Löschvorgang notwendig waren.

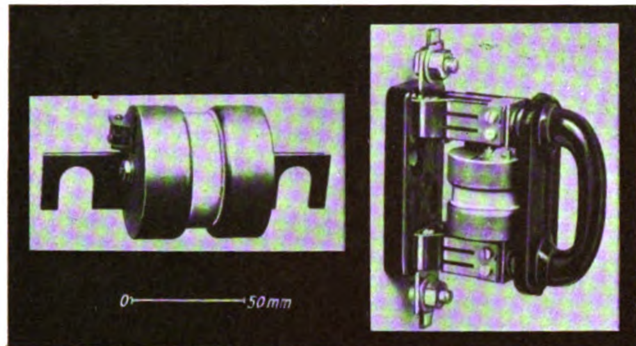


Abb. 1. Griffsicherung mit selektiver Sicherungspatrone für Maschennetze; 200 A, 380 V.

Die in enger Zusammenarbeit mit der BEWAG von uns entwickelten Maschennetzsicherungen (Abb. 1) schalten bei 420 V 25 000 A_{eff} einwandfrei ohne äußere Feuererscheinung ab. Die von der BEWAG gestellten Selektivitätsbedingungen bei Reihenschaltung werden einwandfrei erfüllt. Die Sicherung unterscheidet sich von der von der BEWAG entwickelten Sicherung, die uns Herr Dr. KROHNE im Lichtbild zeigte, grundsätzlich durch den prinzipiellen Verlauf des Löschvorganges. Herr FREIBERGER hatte uns die BEWAG-Sicherung in einem Diskussionsbeitrag auf der VDE-Jahresversammlung in Frankfurt a. Main näher erläutert[2]. Der Lichtbogen wird bei der BEWAG-Sicherung in dem feuerfesten schamottähnlichen Füllmaterial in die während des Abschmelzvorganges entstehenden radialen Risse hineingepreßt und gelöscht. Demgegenüber wird bei der SSW-Sicherung der Lichtbogen durch den aktiven Füllsand stark gekühlt und schließlich durch die beim Schmelzen des Sandes freiwerdenden Gase entionisiert, bis er erlischt. Einen nach einer einwandfreien Unterbrechung von 30 000 A_{eff} bei 420 V gesinterten Schmelzkörper, der die durch die Gasentwicklung entstehende blasige Struktur gut erkennen läßt, sehen Sie hier in Abb. 2. Der einwandfreie Verlauf der Lichtbogenlöschung geht aus dem Oszillogramm Abb. 3 hervor; die Löschzeit beträgt hier nur 4 ms gegenüber einer Schmelzzeit von 7 ms. Bei der Abschaltung kleinerer Ströme bleibt die Löschzeit praktisch konstant und beträgt 2 ... 5 ms, während die Schmelzzeit dem kleineren Strom entsprechend länger wird. Gerade diese Eigenschaft, daß die Löschzeit selbst bei schweren Kurzschlußabschaltungen wesentlich kürzer als die Schmelzzeit ist, ermöglicht die Erfüllung der Selektivitätsbedingungen und stellt den großen technischen Fortschritt gegenüber den offenen Streifensicherungen dar, bei denen die Lichtbogen-Brenndauer häufig 3 ... 4mal so groß ist als die Schmelzzeit und bei denen daher durch



Abb. 2. Gesinterter Schmelzeinsatz nach Abschaltung von 30 000 A, 420 V.

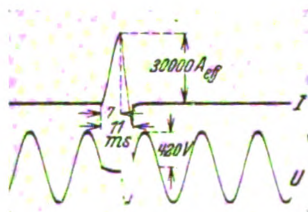


Abb. 3. Abschalt-Oszillogramm.

² VDE-Fachberichte 1931, S. 151.

den Lichtbogenstrom meist eine ganze Anzahl von Sicherungen in den Zubringerleitungen zum Durchschmelzen gebracht wird, die bei schneller Löschung unversehrt geblieben wären und die Speisung des Netzes weiter übernommen hätten.

Es wurde heute schon mehrmals eine kurzschlußträge Sicherung erwähnt, die die Aufgabe hat, in besonderen Fällen den Transformator gegen zu starke Erwärmung im Kurzschluß zu schützen. Die amerikanische Praxis verwendet für diesen Zweck Zinkstreifensicherungen, die bei den niedrigen Betriebspannungen wohl noch einwandfrei arbeiten, bei 380 V jedoch infolge des großen ausgedehnten Lichtbogens und starken Niederschläge aus Metalloxydstaub zum Einbau in die Maschennetzschalter nicht geeignet sind. In Abb. 4 sehen Sie die Abschaltung von 12 000 A bei 420 V durch eine solche Zinkstreifensicherung. Es ist wohl klar, daß es ausgeschlossen ist, solche Konstruktionen für die deutschen Maschennetze zu übernehmen. Für diesen Zweck haben wir daher eine Sicherung nach einem neuen Prinzip als Schleifensicherung gebaut. Ihren Aufbau zeigt Abb. 5. Sie sehen die Stromschleife und den vom Kurzschlußstrom beheizten Querstab, der über 2 Lötstellen mit den Stromzuführungen verbunden ist. Nach einer Erwärmung des Querstabes auf etwa 160 °C verliert die Lötstelle ihre Bindekraft, so daß der Querstab durch die Stromkräfte abgeschleudert und der Lichtbogen in kürzester Zeit gelöscht wird. Die Sicherung hat somit den großen Vorteil, daß sie selbst nach einer Ansprechzeit von 5 ... 8 s nur einen sehr kleinen Abschaltlichtbogen entwickelt, da die Stellen, an denen die Lichtbogen-Fußpunkte ansetzen, im Vergleich zur Lichtbogentemperatur verhältnismäßig kalt sind. Das Oszillogramm Abb. 6 zeigt eine Abschaltung von 10 000 A nach 7,2 s Verzögerungszeit und läßt erkennen, daß die anschließende Löschzeit nur 5 ms beträgt.

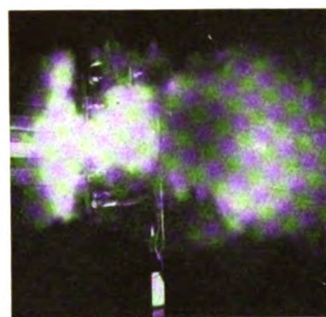


Abb. 4. Schaltfeuer bei Abschaltung von 12 000 A, 420 V durch eine Zinkstreifensicherung.

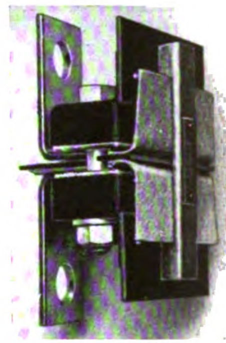


Abb. 5. Streifensicherung für große Kurzschlußleistungen bei langen Verzögerungszeiten.

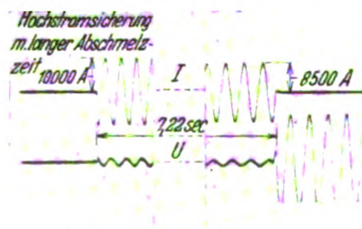


Abb. 6. Abschaltung von 10 000 A, 420 V durch eine Streifensicherung mit 7,2 s Verzögerungszeit.

Gestatten Sie mir, daß ich noch einiges über den Maschennetzschalter berichte: Von der BEWAG war die Forderung gestellt, daß der Schalter 10 000 A Kurzschlußstrom einwandfrei ein- und ausschaltet. Um das bei gewöhnlichen Selbstschaltern beim Einschalten auf Kurzschluß häufig auftretende Schweißen der Schaltstücke zu vermeiden, sind am Maschennetzschalter besondere Vorkehrungen getroffen, durch die beim Schalten auf Kurzschluß im Augenblick des Berührens der Schaltstücke der Kontaktdruck auf etwa 30 kg erhöht wird. Ein solcher Schalter konnte 50mal hintereinander auf einen bestehenden Kurzschluß mit 10 000 A geschaltet werden, ohne daß die Schaltstücke so angegriffen

waren, daß sie hätten ausgewechselt werden müssen. Abb. 7 soll Ihnen noch einen Ausblick geben auf die Weiterentwicklung der Maschennetzschalter. Während an die BEWAG eine 350 A-Type in 83 Stück geliefert wurde, zeigt Abb. 7 eine Neukonstruktion für 1000 A Nennstrom. Der Selbstschalter unterscheidet sich in seiner Bauart von den übrigen Schalterkonstruktionen ähnlicher Stromstärken dadurch, daß bei ihm die Kontaktbürsten durch massive Schaltstücke ersetzt sind. Die Schaltleistung dieses Schalters beträgt 30 000 A. Es war erfreulich, heute von Herrn Dr. KROHNE zu hören, daß die bei der BEWAG eingebauten Maschennetzschalter hinsichtlich der konstruktiven und technischen Ausführung voll befriedigen.

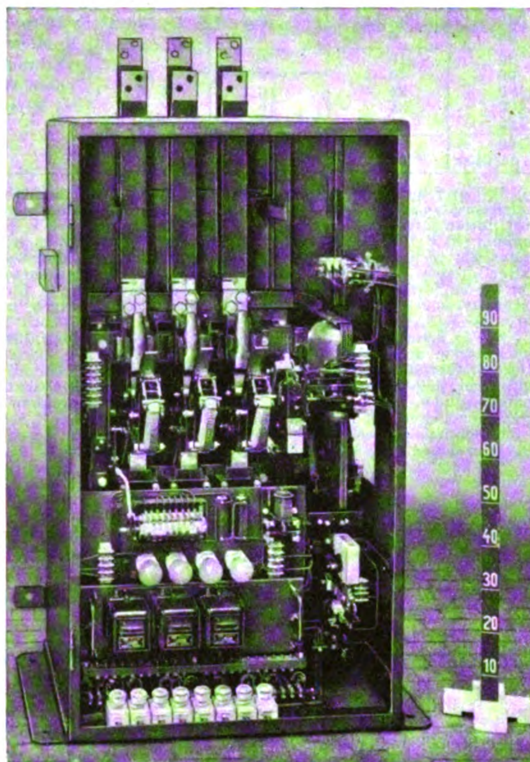
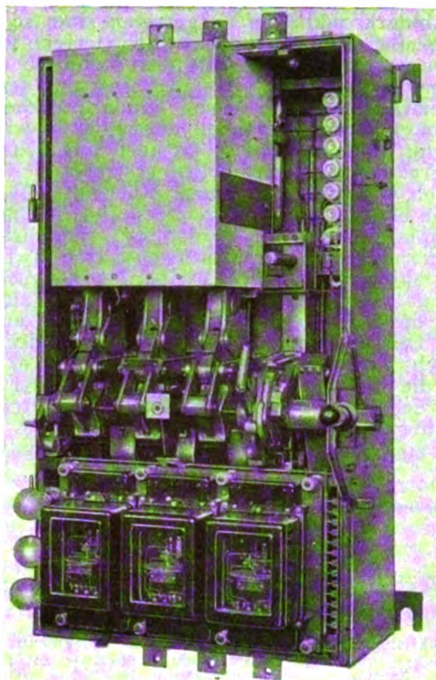


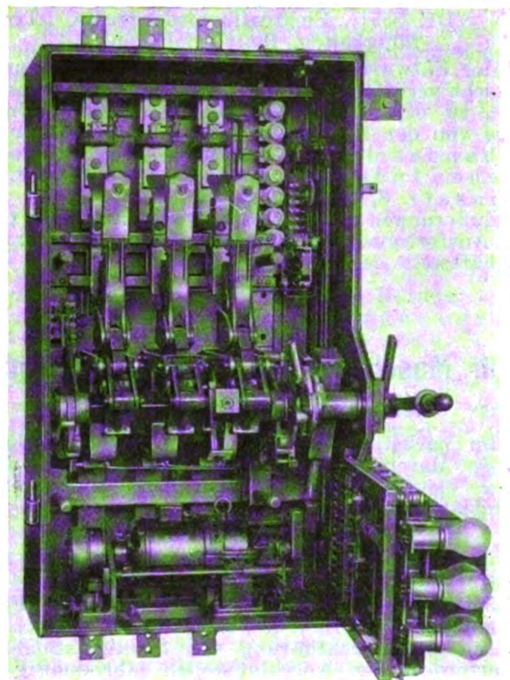
Abb. 7. Maschennetzschalter für 1000 A.

Herr Cohn: Herr Dr. KROHNE hat mit Recht auf die Bedeutung der Rückwattschalter oder Maschennetzschalter in Niederspannungsnetzen hingewiesen; die Ausführungen des Herrn BESOLD haben gezeigt, daß die Weiterentwicklung dieser Schalter inzwischen nicht stillgelegen hat. Daß an den Schaltern anfänglich gewisse Kinderkrankheiten aufgetreten sind, liegt daran, daß die Aufgabe für uns ziemlich neu war. Ich will nur auf drei der aufgetretenen Schwierigkeiten hinweisen. Eine hat Herr BESOLD bereits erwähnt: das Novum, daß auf einen Kurzschlußstrom bis zu etwa 30 000 A eingeschaltet werden muß, ohne daß unmittelbar darauf die Ausschaltung erfolgt. Bisher waren wir gewohnt, unsere Kurzschlußversuche in der Weise zu machen, daß die Ausschaltung unmittelbar der Einschaltung folgte. Wenn sich hierbei eine Schweißung der Kontakte beim Einschalten vorbereiten will, so werden diese durch den unmittelbar darauffolgenden Abschaltvorgang auseinander gerissen, der Schalter öffnet und hat seine Pflicht erfüllt. Die Verhältnisse liegen aber ganz anders, wenn auf die Einschaltung keine Abschaltung folgt, wie das beim Maschennetzschalter der Fall ist. Dieser muß auf den Kurzschluß einschalten und drinbleiben, sofern nicht Rückleistung fließt. Es hat sich gezeigt, daß diese Bedingung schwerer zu erfüllen ist als die Bedingung, unmittelbar nach dem Draufschalten wieder abzuschalten. Es hat sich aber auch gezeigt, daß es ohne besondere Hilfsmittel, nur durch passende Wahl der Kontaktform, des Kontaktmaterials, durch passenden Druck und passende Bewegung möglich ist, diese Leistung zu beherrschen.

Eine zweite Schwierigkeit besteht darin, daß der Arbeitstrom-Auslöser noch bei 10 % der Spannung arbeiten muß, weil bei Kurzschluß die Spannung bis auf dieden Wert zusammenbrechen kann. Es entsteht also die Aufgabe, einen Arbeitstrom-Auslöser zu bauen, der einen immerhin schweren Schalter bei einem Verbrauch von nur Bruchteilen von Voltampere auslösen muß, und zwar deshalb, weil der Auslöser auch bei normaler Spannung, und zwar viel häufiger als bei 10 %, auslösen muß und


Abb. 8. Rückwattschalter für 1500 A.

daher bei dieser Spannung einen möglichst geringen Leistungsverbrauch haben muß, um die Relaiskontakte der hochempfindlichen Relais nicht zu sehr zu beanspruchen. Diese Aufgabe ließ sich durch einen Arbeitsstrom-Auslöser mit Kraftspeicher lösen, der bereits bei


Abb. 9. Rückwattschalter für 1500 A; Funkenkammer abgenommen, Relaistafel herausgeschwenkt.

0,8 VA in der Lage ist, den Schalter mit Sicherheit auszulösen.

Die dritte Schwierigkeit besteht darin, daß das Einschaltorgan den Schalter auch dann einwandfrei in die Einschaltstellung bringen muß, wenn die Spannung fehlt;

denn wenn die Kontakte des Schalters sich beim Schalten auf Kurzschluß berühren, wird der Einschaltmechanismus spannungslos. Er muß trotzdem noch genügend Energie besitzen, um den Schalter hineinzudrücken gegen die dynamischen Kräfte, die an den Kontakten auftreten.

Die Aufgaben, die an den Konstrukteur herangetreten sind, waren also mannigfach und neu, und wenn gewisse Kinderkrankheiten aufgetreten sind, so beruhen sie zum großen Teil auf diesen Schwierigkeiten. Man kann heute sagen, daß die Aufgaben technisch und konstruktiv gelöst sind und eine Verbesserung der Fabrikationsüberwachung auch solche Kinderkrankheiten wie die erwähnten losen Schrauben ausschließen wird. Die Entwicklung hat sich inzwischen auch auf Schalter für ziemlich große Nennstromstärken erstreckt.

In Abb. 8 sehen Sie einen Rückwattschalter für 1500 A, der bei der AEG ausgebildet und in einer Reihe von Exemplaren geliefert worden ist. Die drei Relais sind unten auf einer herausschwenkbaren Tafel angebracht. Dahinter liegt der Antrieb, der als motorischer Antrieb mit Schwungrad und Bandbremse ausgebildet ist. Der darüber aufgehängte Schalter ist aus einem normalen Leistungschalter von 1500 A entwickelt worden. Durch Verbesserung der Kontakte ist es möglich gewesen, die Einschaltleistung zu beherrschen. Abb. 9 zeigt den Schalter nach Herausklappen der Relaisplatte und mit abgenommener Funkenkammer. Die Abreißkontakte sind so ausgebildet, daß die dynamischen

(Fortsetzung s. S. 735.)

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4. Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachungen.

Elektroflurfördergeräte.

Durch die beim Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie bestehende Fachnormgruppe wurde folgender Normblattentwerf aufgestellt:

DIN VDE 3551 „Elektroflurfördergeräte. Tragfähigkeiten, Plattformhöhen".

Der Entwurf wird mit Rücksicht auf Raummangel nicht veröffentlicht. Interessenten, die beabsichtigen, zu dem Blatt Stellung zu nehmen, können dieses von der Normenstelle des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie E. V., Berlin W 10, Corneliusstr. 3, beziehen.

Äußerungen sowie Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 31. August 1932 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Kommission für Maschinen und Transformatoren. Kommission für Erdung.

Im nachstehenden wird ein durch die Normgruppe Maschinen beim Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie aufgestellter Normblattentwurf

DIN VDE 6208 „Schutzleitungsanschlüsse"

veröffentlicht, der der Bestimmung des § 3e der V.E.S. 1/1930, die in einer Reihe anderer VDE-Bestimmungen wiederholt ist, gerecht wird, wonach an Geräten zur Durchführung von Schutzmaßnahmen die erforderlichen Anschlußstellen fabrikmäßig angebracht sein müssen.

Allenfallsige Äußerungen erbitten wir in dreifacher Ausfertigung bis längstens zum 15. September 1932 an die Geschäftstelle des VDE.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Kommission für Maschinen und Transformatoren.

Noch nicht endgültig

Schutzleitungsanschlüsse

Richtlinien

Elektrotechnik

DIN Entwurf 1 VDE 6208

Nennstromstärke der Schmelzsicherung[1] A	Mindestquerschnitt der Betriebsleitungen aus Kupfer mm²	Mindestquerschnitt der Schutzleitungen aus Kupfer[2] mm²	Schutzleitungsschraube Gewinde mindestens	Schutzleitungsschraube Form
6	0,75	1,5	M 4[3]	Länge und Kopfform der Schrauben nach Wahl des Herstellers
10	1,5	1,5		
15	2,5	1,5		
20	4	2,5		
25	6	4		
35	10	6	M 6	
60	16	10		
80	25	10		
100	35	16		
125	50	25		
160	70	35	M 10	
200 u. darüber	95	50[4]		

[1] Unter Schmelzsicherungen werden offene und geschlossene Schmelzeinsätze nach den „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung (K. P. I.)" verstanden. Auch können Installations-Selbstschalter bis 25 A gemäß den „Leitsätzen für Installations-Selbstschalter" unter Verwendung entsprechender Hauptsicherungen benutzt werden. (Siehe „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V (V. E. S. 1)".)

[2] Für Schutzleiter, die in gemeinsamer Hülle mit den übrigen Leitern liegen, und zwar bei Rohrdrähten, kabelähnlichen Leitungen sowie bei Mehrfachleitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Stromverbraucher, gelten die „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen (V. I. L.)" und die „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V (L. E. S. 1.)".

[3] Schutzleitungsschraube M 4 nur für kleine Geräte, Maschinen o. dgl., an denen größere Schrauben keinen Platz haben.

[4] Für 200 A und darüber, soweit nicht ein größerer Querschnitt verwendet wird.

Schutzleitungsschraube:

Werkstoff und Ausführung (nach Wahl des Herstellers):
Ms 58 vernickelt
Sondermessing.

Ausführungsbeispiele:

Bild 1
versenkt mit Scheibe

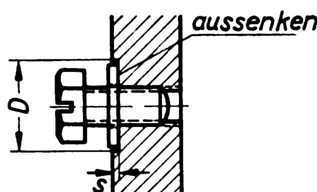


Bild 2
mit Auge, gegossen

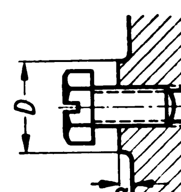


Bild 3
mit Auge, angeschweißt

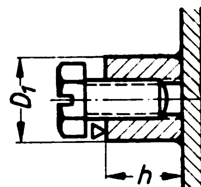
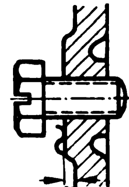


Bild 4
gedrückt

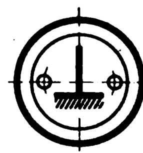


Die Anschlußstelle muß metallisch rein sein.

Gewinde	D	D_1	a	h	s	Scheibe
M 4	12	10	2	10	0,5	4,2 DIN 134 Ms vernickelt
M 6	16	14	2	14	1	6,2 DIN 134 Ms „
M 10	24	22	3	20	1,5	10,3 DIN 134 Ms „

Die Schutzleitungsschraube ist an dem Gehäuse oder innerhalb des Klemmenkastens anzuordnen; sie muß ebenso wie die Anschlußstellen der übrigen Leitungen bezeichnet werden, und zwar ohne Rücksicht darauf, ob es sich um Erdung, Nullung oder Schutzschaltung handelt, einheitlich mit dem Schutzleitungszeichen nach Bild 5.

Bild 5



Schutzleitungszeichen nach DIN VDE ....

Juli 1932 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

(Schluß der Vereinsnachrichten [E. V.] v. S. 734.)

Kräfte kompensiert werden. Wir glauben, mit diesem Schalter die Kinderkrankheiten überwunden zu haben.

Vorsitzender: Ich glaube nicht, daß Herr Dr. KROHNE Ihnen irgendeinen Vorwurf machen wollte, sondern im Gegenteil; er wollte ein Lob aussprechen über die Rückwattschalter, die uns geliefert worden sind. Er hat ausdrücklich betont, es seien Kinderkrankheiten aufgetreten, die in losen Schrauben und schlechten Kontakten bestanden hätten, sie seien aber jetzt beseitigt. Wir hoffen alle, daß die uns gelieferten Rückwattschalter nunmehr den geforderten Bedingungen entsprechen.

Da weitere Wortmeldungen nicht vorliegen und Herr Dr. KROHNE auf das Schlußwort verzichtet, schließe ich die Sitzung.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 30. VII. 1932, abds. 6½ h, Rundfunkvortrag (Sender Stuttgart-Mühlacker) Dipl.-Ing. Waldemar Strube, „Feuermeldeanlagen in Städten".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Ch. Geyer †. — Am 2. Juli 1932 verschied nach längerer Krankheit im Alter von 65 Jahren Herr Christian Geyer, der Gründer und Seniorchef der Fa. Christian Geyer GmbH., Elektrotechnische Fabriken in Nürnberg. In dem Verstorbenen verlieren wir ein langjähriges Mitglied unseres Vereins, welcher speziell das Ansehen der in Nürnberg ansässigen Elektro-Industrie in hervorragendem Maße zu heben verstand. Christian Geyer hat sich aus kleinsten Anfängen und mit bescheidensten Mitteln innerhalb zweier Jahrzehnte emporgearbeitet. Durch Fleiß, Tüchtigkeit und besondere Weitsicht ist es ihm gelungen, sein Unternehmen in die Reihe der führenden Spezialfabriken zu rücken und den Absatz seiner Spezialerzeugnisse, wie Hausanschluß-Sicherungen, Zählertafeln, Abzweigkasten, Selbstschalter usw., im In- und Auslande möglich zu machen. Die Firma wird von den im gleichen Geiste erzogenen Söhnen unverändert weitergeführt.

Elektrotechnische Gesellschaft (E. V.) zu Nürnberg.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Der Durchhang von Freileitungen mit örtlicher Zusatzlast.

Dipl.-Ing. F. HABERLAND hat eine Methode zur Berechnung der Durchhänge von Freileitungen mit örtlicher Zusatzlast (ETZ 1932, S. 308 u. 333) entwickelt, welche nicht neu ist. In einer Arbeit über dasselbe Thema in Elektrotechn. u. Maschinenb. 1930, H. 23[1] habe ich nämlich u. a. ein Verfahren nach genau demselben Gedanken wie HABERLAND auch für den allgemeinen Fall mit geneigten und ungleichen Spannweiten entwickelt. Ich glaube auch dabei einen etwas einfacheren Weg der mathematischen Behandlung gefunden zu haben, welcher mir erlaubt hat, auch eine strenge Lösung der Aufgabe (ohne die von HABERLAND gemachte Annäherung $\alpha =$ konst.) durchzuführen.

Das praktisch bedeutendste Ergebnis der genauen Berechnung der Durchhänge bei örtlichen Zusatzlasten ist wohl die Feststellung, daß die in Deutschland wahrscheinlich noch übliche Anordnung von Abspannmasten in einer Freileitung zwecks Durchhangsverminderung bei örtlicher Zusatzlast in der Regel fast wirkungslos ist (wenigstens für Kupferseile), wie es in der erwähnten Arbeit näher gezeigt wird. Die neueren 120 kV-Leitungen in Finnland sind ohne Abspannmaste gebaut.

Haga (Finnland), 9. IV. 1932. Jarl Kuusinen.

Erwiderung.

Der wertvolle Aufsatz von Dipl.-Ing. J. KUUSINEN in Elektrotechn. u. Maschinenb. ist leider meiner Aufmerksamkeit entgangen, da er erst während der Abfassung meiner Arbeit erschienen ist.

Eine Ähnlichkeit zwischen beiden Arbeiten besteht nur insofern, als sie dasselbe Thema behandeln und sich bemühen, hinreichend strenge Lösungen zu geben. Hierzu müssen von beiden Verfassern vereinfachende Annahmen gemacht werden. KUUSINEN setzt die „Federungen" proportional den Spannungsänderungen, ich stütze meine Rechnung auf die Abschätzung des Unterschiedes, der zwischen der Änderung der Spannweite und der Änderung der Seildehnung besteht. Ein Fehler in der Schätzung hat auf das Ergebnis nur sehr geringen Einfluß, der aus den Abb. 7 und 8 direkt zu ersehen ist. Dies bedeutet für die praktische Rechnung einen wesentlichen Vorteil. Der Hauptvorteil ist aber, daß ich einfache Beziehungen für den „Verschiebungsanteil" erhalte, so daß dieser für den einfachen Fall einigermaßen gleicher Spannweiten ein für allemal festliegt und man den Einfluß sämtlicher Bestimmungsgrößen klar übersieht. KUUSINEN kann nur für den Fall unendlich langer Leitungen eine einfache Lösung angeben, die aber auch nur für kleine Isolatorauslenkungen zutreffende Werte liefert. Um den Durchhang zu bestimmen, muß KUUSINEN erst hieraus den Federungskoeffizienten für die zusätzlich belastete Spannweite aus der Rekursionsformel (5) berechnen, während ich hierzu direkt den Verschiebungsanteil meiner Abb. 7 benutzen kann. Die Berechnung der Federungskurven von KUUSINEN für nicht homogene Leitungen ist sehr zeitraubend, während der Verschiebungsanteil meiner Darstellung auch in diesem komplizierten Fall bequem nach Gl. (29) bestimmt werden kann.

Neu sind ferner die wichtigen Ergebnisse meiner Abb. 15 ... 19, vor allem die einfache Beziehung zwischen Isolatorlänge und -auslenkung, die, wie ich in einer späteren Arbeit zu zeigen gedenke, für die Rückführung auch komplizierter Fälle auf die einfache Langhardsche Methode geeignet ist.

Meine Ableitungen sind, wie die von KUUSINEN, für Leitungen mit geneigten Feldern verwendbar, wenn nur die Änderung der Isolatorbelastung durch die verschiedene Höhe der Aufhängepunkte und der Unterschied zwischen höchster und mittlerer Seilbeanspruchung beachtet wird.

Aus den obigen Darlegungen ergibt sich, daß die Ansicht von KUUSINEN, meine Methode sei nicht neu, unzutreffend ist.

Breslau, 27. IV. 1932. F. Haberland.

[1] Früher in schwedischer Sprache in „Tekniska Föreningens i Finland Förhandlingar" 1929, Heft 5 u. 6.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Schule des Elektrotechnikers. Lehrbuch der angewandten Elektrizitätslehre. Herausg. v. Prof. A. Holzt. Bd. 2, Teil 2: Grundlagen der Elektrotechnik. Bearb. v. H. von Beeren. 3., vollst. neubearb. Aufl. Mit 290 Abb., VIII u. 327 S. in 8°. Verlag Moritz Schäfer, Leipzig 1931. Preis geb. 10 RM.

In einfacher und auch für den Anfänger verständlicher Darstellungsweise werden im 2. Band die Gesetze der Induktion, des elektrischen Feldes und des ein- und mehrphasigen Wechselstromkreises dargelegt. Der gebotene Stoff ist übersichtlich angeordnet, die Begriffe sind klar dargestellt, die Ableitungen streng und auf neuzeitlicher Grundlage durchgeführt. Durch eine große Zahl von Beispielen, durch häufige Versuchsbeschreibungen und durch Ausblicke auf Maschinen, Messungen u. dgl. wird jede Erscheinung gut erläutert und eine einwandfreie Vorstellung gefördert. Die Sinuslinienbilder und Diagramme, hauptsächlich in den ersten Kapiteln, könnten noch an Übersichtlichkeit und damit an Klarheit gewinnen, wenn die Linien der verschiedenen Größen noch mehr unterschieden würden (Strichstärke!) und besonders die Hilfslinien (Maßlinien, Projektionslinien usw.) mehr zurücktreten würden. Die genannten Vorzüge machen das Buch für den Studierenden und auch für den in der Praxis stehenden Ingenieur recht geeignet.

F. Moeller.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die starkstromtechnischen Konzerne der V. S. Amerika 1931[1]. — Umsätze und Gewinne der großen starkstromtechnischen Unternehmungen der V. S. Amerika sind 1931 so stark weiter gesunken, daß zur Bestreitung der für die Dividendenausschüttung erforderlichen Summen Rückgriffe auf die Rückstellungen notwendig waren. Wie die Verminderung des Auftragsbestandes und die Erträgnisse des ersten Vierteljahres 1932 zeigen, hält der Schrumpfungsprozeß noch immer an.

General Electric Co. Der Umsatz ging 1931 um rd. 30 % die Summe der Aufträge von 341,82 auf 252,02 Mill $, d. h. um rd. 26 % zurück. Der Auftragsbestand zu Beginn des Jahres 1932 war mit 49,31 Mill $ um 12 % niedriger als ein Jahr zuvor. Der Fabrikationsgewinn hat sich von 40,45 auf 28,39, die Erträgnisse aus den Beteiligungen von 13,45 auf 8,66 Mill $ ermäßigt. Der nach Hinzurechnung der übrigen Einnahmen und nach Abzug der Zinszahlungen verbleibende Reingewinn belief sich auf 40,96 Mill. $; da auf die Vorzugsaktien 2,58 und auf die Stammaktien 46,15 Mill $ Dividende ausgeschüttet worden sind, d. h. die gleichen Beträge wie 1930, mußte man dem Surplus 7,77 Mill $ entnehmen, während ihm im vergangenen Jahr aus überschüssigen Erträgen noch 8,77 Mill $ zugeführt werden konnten. Für Neu- und Erweiterungsbauten hat die Gesellschaft 1931 9,60 Mill $ aufgewendet gegenüber 13,57 i. V. In der Bilanz erhöht sich jedoch der Anlagenwert nur von 198,30 auf 199,13 Mill $. Nach Abzug der speziellen Entwertungsrückstellung beträgt der Buchwert der Anlagen nur 46,29 Mill $ gegenüber 46,12 i. V. Bei den Beteiligungen war 1931 ein Zugang von 17,78 Mill $ zu verzeichnen; es handelt sich um erhöhte Interessenahme an der Electrical Securities Corp., der United Electric Securities Co. und der International General Electric Co. Infolge der Verwendung stiller Reserven und durch Verringerung der allgemeinen Reserve von 39,76 auf 14,52 Mill $ ermäßigt sich jedoch trotz des Zugangs der Buchwert der Beteiligungen von 204,81 auf 179,31 Mill $. Die Warenvorräte gingen von 60,06 auf 57,34 Mill $ zurück, d. h. in geringerem Umfang als der Umsatz, daher war auch ihr prozentualer Anteil Ende 1931, gemessen am Gesamtumsatz, mit 21,8 % (1930: 16 %) höher als in irgend einem Jahr seit 1926. Die in Arbeit befindlichen Objekte werden mit 10,06 Mill $ angesetzt (i. V. 16,23), marktgängige Werte und Kassenbestände haben sich von 141,72 auf 122,18 Mill $ (hiervon Kassenbestand 115,06) verringert, bilden also auch jetzt noch einen sehr ansehnlichen Betrag. Auf der Passivseite ist, abgesehen von der erwähnten starken Abnahme der allgemeinen Reserve und des Surplus, eine Verminderung der laufenden Verbindlichkeiten von 40,60 auf 28,48 Mill $ bemerkenswert. Die Zahl der von der Stammgesellschaft beschäftigten Arbeiter und Angestellten hat sich von 78 380 auf 65 516, die Summe der ausgezahlten Löhne und Gehälter von 140,91 auf 106,66 Mill $, der durchschnittliche Jahreslohn von 1798 auf 1628 $ verringert. Das gesamte Auslandsgeschäft wird für Kanada von der Canadian General Electric Co., Ltd., und für die übrige Welt von der International General Electric Co. Inc. betrieben. Bei der kanadischen Gesellschaft ging der Reingewinn von 3,77 auf 2,31 Mill $ zurück; die 9,44 Mill $ Stammaktien erhielten 8, die 8,56 Mill $ Vorzugsaktien 7 % Dividende. Der Reingewinn der International General Electric Co. sank von 3,90 auf 2,96, der für die Dividendenausschüttung und Zinszahlungen erforderliche Betrag von 3,88 auf 2,85 Mill $.

Westinghouse Electric & Manufacturing Co. Umsatz- und Gewinnrückgang waren größer als bei der General Electric, die Summe der Bestellungen ging gegenüber 1930 um 42,30 auf 128,01 Mill $ zurück, d. h. um 24 %. Der Auftragsbestand war dagegen Ende 1931 mit 40,02 Mill $ etwa ebenso hoch wie 1930, hauptsächlich infolge größerer Aufträge in elektrischen Lokomotiven für die Pennsylvania Railroad Co. Der Umsatzwert stellte sich mit 115,39 Mill $ niedriger als die Ausgaben einschl. der Steuerzahlungen, Rückstellungen und Abschreibungen, die 119,93 Mill $ ausmachten. Bei Berücksichtigung der übrigen Erträge und Kosten ergibt sich für 1931 ein Verlust von 3,66 Mill $ gegenüber einem Reingewinn von 11,88 i. V. Da außerdem die Dividendenausschüttung 10,33 Mill $ erforderte, bedurfte es eines erheblichen Rückgriffs auf den Surplus, der Ende 1930 noch 95,37 Mill $ betragen hatte. Die normalen Abschreibungen, deren Höhe erstmalig von der Gesellschaft mitgeteilt wird, belaufen sich auf 5,17 Mill $, außerdem werden für Effekten- und ähnliche Verluste 5,67 Mill $ unter Verwendung des Surplus abgebucht. Der Buchwert der Anlagen zeigt eine geringe Erhöhung, während sich der Wert der Beteiligungen um mehr als 10 Mill $ verringerte. Der Wert der Vorräte wird mit 39,62 Mill $ angegeben gegenüber 45,24 i. V. Auf der Passivseite haben die laufenden Verbindlichkeiten von 15,19 auf 7,37 Mill $ stark abgenommen. Die Zahl der von der Westinghouse Electric einschl. ihrer Tochtergesellschaften beschäftigten Arbeiter und Angestellten ging von 43 827 auf 31 276, die Summe der ausgezahlten Löhne und Gehälter von 81,92 auf 55,98 Mill $ zurück. Infolge weitgehender Arbeitstreckung und einer Lohnkürzung um 10 % beträgt die Lohnverringerung je Arbeiter im Durchschnitt 25 bis 30 %.

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 752, 1507.

Umsätze und Gewinnentwicklung in Mill $

	1928	1929	1930	1931
Umsätze G[1]	337,19	415,34	376,17	263,28
„ W[2]	175,46	216,36	180,23	115,39
Reingewinn G	54,15	67,29	57,49	40,96
„ W	15,64	27,06	11,88	— 3,66
Dividenden G	45,84	42,24	48,73	48,73
„ W	9,48	10,37	13,33	10,33

[1] G = General Electric Co.
[2] W = Westinghouse Electric & Manufacturing Co.

Wichtige Bilanzposten in Mill $

Bilanzposten	General Electric		Westinghouse	
	1930	1931	1930	1931
Bruttowert der Anlagen	198,30	199,13	119,49	124,07
Anlagewert nach Abschreibungen	45,87	46,06	72,27	73,54
Laufende Mittel	259,89	228,77	115,10	100,52
Hiervon Kassenbestand und marktgängige Werte	141,72	122,18	32,62	32,15
Vorräte	76,29	67,40	45,24	39,62
Beteiligungen	204,81	179,31	57,68	47,25
Laufende Verbindlichkeiten	40,60	28,48	15,19	7,37
Rückstellungen	39,76	14,52	2,28	1,60
Stammaktienkapital	180,29	180,29	129,32	129,31
Vorzugsaktienkapital	42,93	42,93	4,00	4,00
Surplus	179,97	172,19	95,37	79,05

Allis-Chalmers Manufacturing Co. Bei dieser Gesellschaft, die außer elektrotechnischen Erzeugnissen auch landwirtschaftliche Maschinen herstellt, ging von 1930 bis 1931 die Summe der Aufträge von 41,61 auf 22,69, der Umsatzwert von 41,48 auf 27,80 und der Reingewinn von 3,60 auf 1,26 Mill $ zurück. Der Bestand an unerledigten Aufträgen betrug Ende 1931: 7,89 Mill $ (13,00 i. V.). Der Surplus hat sich im Lauf des Jahres 1931 von 17,40 auf 16,84 Mill $ verringert. *A. Fr.*

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[1]. — Im April 1932 ist die Ausfuhr elektrischer Maschinen, Apparate und Zubehörteile recht erheblich gegen den Parallelmonat des Vorjahres zurückgegangen. Nach den vorläufigen Angaben betrug sie 19,639 Mill RM, d. s. 20,769 Mill RM (51,4 %) weniger als im April 1931 (40,408 Mill RM). Die Verminderung betraf besonders Turbogeneratorensätze (9744 RM gegen 3,145 Mill RM), Batterien, Umformer, Schaltvorrichtungen, Motoren, Kühlapparate für den Haushalt (1,334 gegen 4,895 Mill RM) und die Industrie, Radiogerät, Fernsprecher sowie Installationsmaterial. Dagegen ist u. a. der Export von Wechselstromerzeugern, der im April 1931 nur 21 143 RM betrug, diesmal auf 1,386 Mill RM gestiegen. Der in den abgelaufenen vier Monaten erzielte Wert war mit 77,637 Mill RM um 59,782 Mill RM (43,5 %) geringer als das Ergebnis des gleichen Zeitabschnitts von 1931 (137,419 Mill Reichsmark). *fm.*

[1] Electr. Wld., N. Y., Bd. 99, S. 1079 (1932). Vgl. ETZ 1931, S. 1016; 1932, S. 616.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 28: Wer stellt elektrische Rattenfallen (Töten der Ratten durch Spannung) her?

Frage 29: Wer baut Gleichstrom-Klingel-Transformatoren (Reduktoren)?

Frage 30: Wer baut elektrisch betriebene Anzünder für die Koksfeuerung von Zentralheizungen?

Frage 31: Wer stellt elektrische Mähmaschinen (220 V) für Gartenbetrieb her?

Abschluß des Heftes: 23. Juli 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Transformatoren mit Nullpunkts-Spannungsreglung unter Last.

Mitteilung der AEG.

Ein großer Teil der heute hergestellten Transformatoren erhält eingebaute Regulierschalter zur Spannungsreglung unter Last. In steigendem Maße werden neuerdings Leistungstransformatoren in dieser Form ausgeführt. Bei Transformatoren mit Spar- oder Dreieckschaltungen muß die Reglung in den drei Phasen getrennt vorgenommen werden. Bei Sternschaltung der mit Anzapfungen versehenen Wicklung eines Leistungstransformators vereinfacht sich diese Schalterform ganz wesentlich, indem die Anzapfungen in den Nullpunkt gelegt und die Schalter zu einem einzigen, dreiphasigen Nullpunktschalter zusammengefaßt werden. Die Abbildungen zeigen derartige Ausführungsformen der AEG innerhalb und außerhalb des Ölkessels. An dem Schaltprinzip der einphasigen Ausführung ist dabei nichts geändert. Auch hier erfolgt die Reglung nach dem Grundsatz der Momentschaltung über Widerstände.

Die Anzapfungen werden abwechselnd an zwei Stufenwählersysteme je Phase herangeführt, von denen immer nur eines die Last führt, während das andere stromlos die gewünschte neue Anzapfung auswählt. Die Stufenwähler können deshalb unmittelbar neben dem Kern mit den Wicklungen im Ölkasten oder unter Umständen auch in einem getrennten Anbau (Abb. 1) untergebracht werden. Die eigentlichen Lastschalter, die von der einen zur anderen Kontaktgruppe des Stufenwählers umschalten, sind über Deckel in einem besonderen Ölgefäß angeordnet und dadurch leicht zugänglich und abnehmbar. Es wird außerdem so jede Einwirkung auf das Transformatorenöl vermieden. Der die kurzzeitige Überschaltung bewirkende Federkraftspeicher ist ebenso wie die Überschaltwiderstände unmittelbar mit den Lastschaltern zusammengebaut. Durch den Tragisolator sind die Antriebwelle (DRP) und die Zuleitungen zu den Lastschaltern durchgeführt. Stufenwähler und Lastschalter sind übereinander angeordnet, so daß sich in einfachster Form ein gemeinsamer zentraler Antrieb ermöglicht. Der Ölkasten der Lastschalter trägt gleichzeitig die Klemme zum Anschluß des Nullpunktes.

Der Regler kann sowohl von Hand als auch durch motorische Fernsteuerung gegebenenfalls mit spannung- und stromabhängiger Automatik betätigt werden. Beide Antriebsarten und die zugehörigen Einrichtungen, wie Motorschütze, mechanische und elektrische Stufen-Fernanzeigevorrichtung, Klemmleisten zum Anschluß der Hilfsleitungen sind in einem Schrank zusammengefaßt und an den Transformator angebaut. Auch bei diesen Niederspannungsapparaten ist größte Sorgfalt auf Übersichtlichkeit, Zugänglichkeit und betriebsichere Ausgestaltung verwendet worden, entsprechend der Wichtigkeit dieses Teiles für die einwandfreie Wirksamkeit des gesamten Reglers.

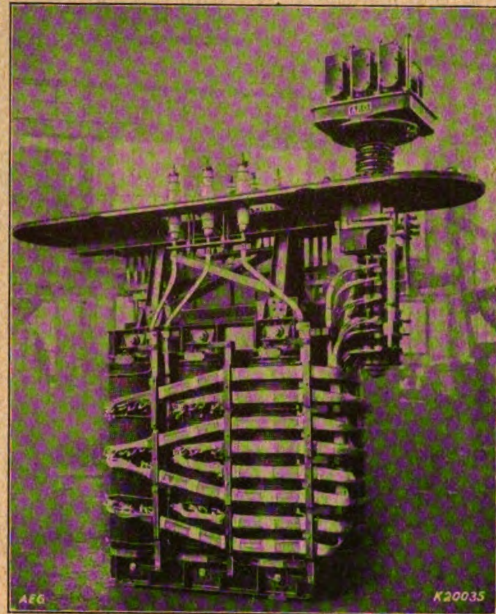


Abb. 2. Innenansicht eines 12000 kVA-Transformators, 20/5 kV mit Nullpunktsregler für 16 Stufen.

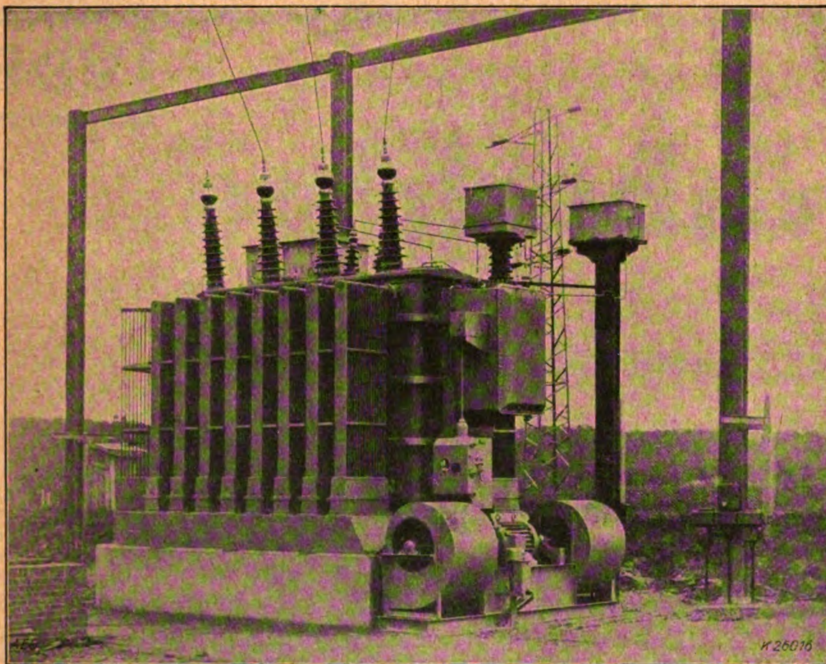


Abb. 1. Transformator 20000 kVA, 110/44 kV mit Nullpunktsregler.

Der Umschaltvorgang ist in jeder Phase in 0,02 s vollzogen. Abnützung und Abbrand der Vor- und Hauptkontakte des Schalters sind infolge des außerordentlich kurzzeitigen Schaltens sehr gering, wobei auch die Formgebung der Kontakte mitbestimmend ist. Ein Nachstellen oder Auswechseln ist im allgemeinen erst nach jahrelangem Betrieb erforderlich.

Die nunmehr schon von zahlreichen Lieferungen vorliegenden guten Ergebnisse lassen die Zweckmäßigkeit und Betriebsicherheit der Schalterbauart erkennen. Unter anderem wurde eine Anzahl Reguliertransformatoren gebaut, die unmittelbar im 100 kV-Kreis regeln. Auch hohe Durchgangsleistungen, wie etwa 100 000 kVA, sind mit einfachen Mitteln zu beherrschen. Auf Eigenleistung bezogen, sind bisher von der AEG für rund 1 Million kVA Leistungs- und Zusatztransformatoren mit am Transformator angebauten Öllastschaltern zur Spannungsreglung versehen worden.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 4. August 1932 | Heft 31

Ein neuer Stromrichter für sehr hohe Spannungen und Leistungen.

Von **Erwin Marx**, Braunschweig.

Übersicht. Es werden Lichtbogenventile mit ruhenden Elektroden in strömender Luft beschrieben, die für Dauerbetrieb mit großer Stromstärke bei sehr hoher Spannung geeignet sind. Durch Verwendung solcher Ventile wird es mit einfachen Mitteln möglich, elektrische Energie mit hochgespanntem Gleichstrom zu übertragen und dadurch die Übertragungsleistung von Freileitungen und Kabeln auf ein Vielfaches zu erhöhen.

Es ist schon häufig versucht worden, große elektrische Leistungen mit Funkenstrecken umzuformen. Solche Versuche scheiterten daran, daß die Elektroden durch die stromstarken Lichtbögen verbrannten, daß die periodische Lichtbogenlöschung bei großen Leistungen nicht gelang und daß bei Anwendung von Lichtbogen-Löschmitteln, wie z. B. von strömender Luft, die Verluste zu groß wurden. Durch systematische Versuche im Hochspannungsinstitut der T. H. Braunschweig, die mit den verschiedensten Anordnungen durchgeführt wurden, gelang es, eine Reihe von grundsätzlichen Gesichtspunkten zu finden, die bei der Ausbildung solcher Lichtbogenventile beachtet werden müssen, und es war möglich, praktisch brauchbare Ventile für sehr hohe Spannungen und starke Ströme zu bauen[1]. Abb. 1 zeigt schematisch ein solches Ventil[2].

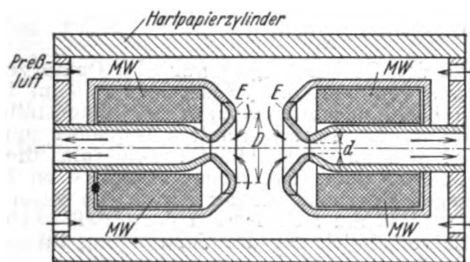


Abb. 1. Schematische Darstellung einer für große Stromstärke und hohe Sperrspannung geeigneten Lichtbogenkammer. (Die Kühleinrichtung für die Elektroden ist der Deutlichkeit halber nicht mit eingezeichnet.)

Die Vorgänge, die sich in diesem Ventil bei seiner Verwendung als Stromrichter abspielen, sind der Reihe nach die folgenden. Zwischen den Elektroden E wird periodisch durch eine Hilfspannung ein Zündfunke erzeugt. Diese Hilfspannung kann z. B. dadurch erzielt werden, daß in Reihe mit dem Lichtbogenventil eine Spule in den Hauptstromkreis eingeschaltet wird, die induktiv mit einem Zündstromkreis gekoppelt ist. In diesem Zündstromkreis werden periodisch hochfrequente Schwingungszüge mit Hilfe einer rotierenden Funkenstrecke eingeleitet. Die nicht rotierenden Kontakte dieser Funkenstrecke lassen sich verstellen, so daß der Zeitpunkt der Einleitung der Lichtbögen beliebig verändert werden kann. Die Zündfunken schlagen ungefähr zwischen den nächstgelegenen Stellen der Elektroden E (Abb. 1) über. Die durch die Zündfunken eingeleiteten Arbeitslichtbögen müssen zu einer raschen Wanderung auf den Elektroden gebracht werden, da sie sonst das Elektrodenmaterial verbrennen würden. Bei dieser Wanderung darf sich die Lichtbogenlänge während des eigentlichen Stromdurchganges nur wenig vergrößern, weil die Lichtbogenspannung und dadurch die auftretenden Verluste der Lichtbogenlänge proportional sind. Die Wanderung des Betriebslichtbogens wird durch ein magnetisches Feld erzielt, das ein Strom in den Spulen MW hervorruft. Dieses Feld verursacht ein Umlaufen der Lichtbögen in kreisförmigen Bahnen um die Elektrodenachse. Zugleich wird der Lichtbogen durch die im Bild mit Pfeilen angedeutete Luftbewegung nach der Elektrodenachse hingetrieben. Man kann die Verhältnisse so wählen, daß die Lichtbogen-Fußpunkte kurz vor dem Nullwerden des Stromes (das durch die Spannungsvorgänge in den Stromrichterschaltungen erzwungen wird) an den engsten Stellen der Ausströmöffnungen in den Elektroden angekommen sind. Die Luft strömt dort mit großer Geschwindigkeit, treibt die Fußpunkte in ein Gebiet, aus dem ein Rückschlag nicht erfolgen kann, und kühlt den Lichtbogenkanal sehr stark. Die Lichtbogenlöschung ist durch diese Anordnung ausgezeichnet. Man kann zwischen den Elektroden unmittelbar nach dem Verschwinden des Stromes eine sehr hohe Spannung anlegen, ohne daß ein Durchschlag erfolgt.

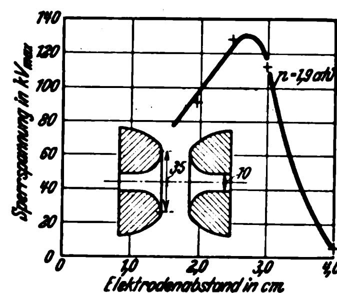


Abb. 2. Abhängigkeit der Sperrspannung vom Elektrodenabstand; Prüfstrom 180 A_{max}.

Die Prüfung dieser Lichtbogenventile erfolgt dadurch, daß während der Durchlaßperiode starke Ströme aus einer Stromquelle mit niedriger Spannung durch den Lichtbogen geschickt und daß während der Sperrzeit zwischen den Elektroden periodisch hohe hochfrequente Spannungen erzeugt werden, durch die die Sperrspannung festgestellt werden kann. Abb. 2 zeigt das Ergebnis einer solchen Prüfung. Man sieht, daß bei dem günstigsten Elektrodenabstand eine Sperrspannung von 130 kV bei einem Durchgangsstrom von 180 A erzielt wird. Auf dem gleichen Wege wurden solche Ventile mit Strömen bis zu 1500 A und mit Sperrspannungen bis zu 150 kV untersucht. Einer weiteren Erhöhung dieser Werte steht nichts im Wege. Bei diesen Versuchen wurden außerdem die Verluste in den Lichtbogenventilen gemessen. Es ergab sich, daß der Gesamtwirkungsgrad der Umformung 98 ... 99% beträgt. — Abb. 3 zeigt eine der Elektroden nach längerer Betriebszeit. Ein Abbrand des Elektrodenmaterials war nicht meßbar.

Mit diesen Lichtbogenventilen wurden bereits umfangreiche Versuche im Mehrphasenbetrieb durchgeführt. Abb. 4 stellt eine Schaltung zur Gleichrichtung von Sechsphasenstrom dar, in der mit LK die Lichtbogenventile bezeichnet sind. Die Spannungs- und Stromkurven sind aus dem Oszillogramm zu ersehen. Man sieht, daß der Stromübergang von einem Ventil auf das nächste stets einwandfrei erfolgt ist. Mit den gleichen Schaltungen läßt sich, wie ebenfalls bereits versuchsmäßig festgestellt wurde,

[1] Die allgemeinen wissenschaftlichen Grundlagen für den Lichtbogenbetrieb, die stufenweise Durchbildung der Ventile und Versuche mit ihnen sind ausführlich beschrieben in Marx, Lichtbogen-Stromrichter für sehr hohe Spannungen und Leistungen, Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Die hier eingefügten Abbildungen sind diesem Buche entnommen. Dort sind auch zahlreiche Literaturangaben gemacht.

[2] Das Ventil und seine Arbeitsweise wurden vom Verfasser erstmalig auf der Tagung der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen in München im Juni 1932 gezeigt.

die Rückumformung von Gleichstrom in Mehrphasenstrom durchführen. Ein besonderer Vorteil der Lichtbogenventile besteht dabei darin, daß die Stromrichtung nur durch Veränderung des Zündzeitpunktes gesteuert werden kann, daß also jede Stromrichteranordnung für die Gleichrichtung von Mehrphasenstrom und unverändert auch für die Rückumformung von Gleichstrom in Mehrphasenstrom benutzt werden kann. Wenn also an beiden Enden einer Übertragungsleitung Lichtbogen-Stromrichter aufgestellt werden, dann kann durch diese eine elastische Kupplung zweier Drehstromnetze erfolgen. Mit einer solchen Gleichstrom-Hochspannungsleitung kann das 6...7-fache der bei Drehstrom in Frage kommenden Leistung übertragen werden. Da die Lichtbogen-Stromrichter sehr einfach aufgebaut sind, werden ihre Beschaffungskosten ganz unwesentlich gegenüber den sonstigen Kosten einer Fernübertragung. Die Fernübertragung von Energie wird deshalb in Zukunft viel vorteilhafter mit Gleichstrom erfolgen können.

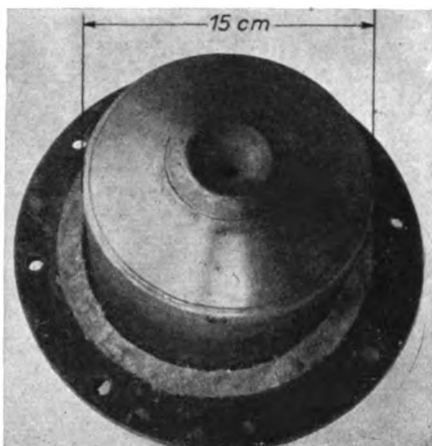
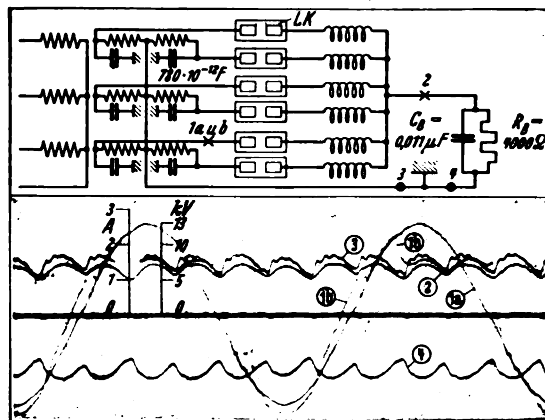


Abb. 3. Eine Elektrode nach 8stündigem Dauerbetrieb mit 55 A_{max}.



Die Zahlen an den Kurven beziehen sich auf die entsprechenden Punkte des Schaltbildes. *1a* und *b* sowie *2* stellen Spannungen gegen Erde, *3* und *4* Stromkurven dar. Die Kurve *1a* wurde bei ausgeschalteter Zündung, die übrigen Kurven im normalen Gleichrichterbetrieb gewonnen.

Abb. 4. Schaltbild und Oszillogramm einer sechsphasigen Gleichrichterschaltung.

Einregelung von Wirklast mit und ohne Fahrplanregler beim Parallelbetrieb großer Kraftwerke (Elektrowerke-AG.)*.

Von Dipl.-Ing. **E. Buchaly**, Berlin, und Betriebsing. **K. Leopold**, Trattendorf.

(Schluß von S. 669.)

III. Turbinensteuerung im Parallelbetrieb.

In den bisher gezeigten Beispielen über Wirklastverteilung in den zusammengeschalteten Netzen war der einfacheren Übersicht wegen angenommen, daß der Ungleichförmigkeitsgrad der Turbinensteuerung nicht nur für die verschiedenen Maschinengrößen, sondern auch für den ganzen Lastbereich der einzelnen Maschine konstant bleibt. In Wirklichkeit besitzt jedoch jede Steuerung, abgesehen von den stets wechselnden Dampfverhältnissen, infolge der konstruktiven Eigenart des Geschwindigkeitsreglers, der zugehörigen Steuerorgane und der Dampfventile eine ungleiche Charakteristik. Diese Unstetigkeit des Ungleichförmigkeitsgrades erhöhen ferner noch die Einflüsse, welche von der Anordnung der zum Maschinensatz gehörigen Kondensationsmaschinen, Vorwärmer und Verdampfer stammen. Deshalb genügt bei der Beurteilung der Wirklastverteilung die Bestimmung des Ungleichförmigkeitsgrades, welcher den auf die normale Drehzahl bezogenen Drehzahlabfall von Null bis Vollast kennzeichnet („totale Statizität")[3], nicht, vielmehr kommt hier der alle statischen Einflüsse erfassende momentane Ungleichförmigkeitsgrad δ_{mom} in Frage, der sich aus der Geschwindigkeitsabweichung von der Normaldrehzahl dn/n_0 bezogen auf die verhältnismäßige Leistungsänderung dN/N_0 ergibt („lokale Statizität")[3]

$$\delta_{mom} = \frac{dn}{n_0} \cdot \frac{N_0}{dN} \,. \qquad (1)$$

Praktische Zahlenwerte veranschaulichen folgende Abbildungen über Drehzahlkennlinien und Ungleichförmigkeitsgrade für einige typische Fälle.

Abb. 19 zeigt die Charakteristik einer reinen D r o s s e l r e g e l u n g für eine eingehäusige 16 000 kW-Maschine. Der praktisch geradlinige Verlauf des Drehzahlabfalles bei zunehmender Belastung wird dadurch erreicht, daß der Turbinenregler nur e i n Dampfventil für den Bereich von Null bis Vollast steuert. Im Leerlauf ist die Drehzahländerung etwas größer[4] eingestellt, damit die Maschine zum Parallelschalten bequemer synchronisiert werden kann. Im Vollastbereich fällt die Kennlinie stärker ab zum Schutze der Maschine im Parallelbetrieb gegen Überlast. In der Kurve von δ_{mom} werden die Verhältnisse am sichtbarsten dargestellt. Diese Regelung ist vorbildlich für die Verwendung im fahrplangeregelten Parallelbetrieb.

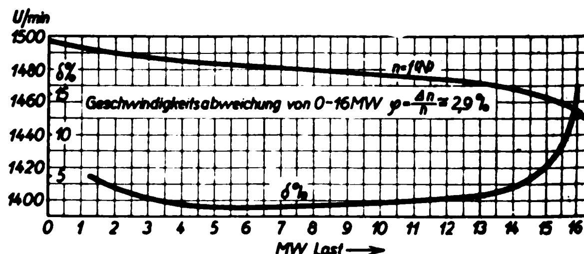


Abb. 19. Gestängesteuerung einer 16 000 kW-Turbine. $n = 1500$; $GD^2 = 75{,}4\ tm^2$.

Abb. 20 gibt den Einfluß der F ü l l u n g s r e g e l u n g m i t m e h r e r e n D a m p f v e n t i l e n an einer 85 000 kW-Zweigehäusemaschine wieder. Die auf den beiden vorhandenen Steuerwellen sitzenden Nocken und die nicht exakte Einstellung der rechten und linken Steuerwelle zueinander bewirken eine scharf ausgeprägte Wellenform der Steuercharakteristik. Die Folge hiervon ist, daß diese Maschine, die beispielsweise mit rd. 62 000 kW belastet sein soll, von einer anfallenden Last trotz

* Eingeg. 25. XI. 1931.
[3] Prof. B r a u n (Stuttgart).
[4] ETZ 1931, S. 1351.

ihrer Größe nur halb so viel übernehmen würde wie die vorher beschriebene kleine Maschine, die mit etwa 10 000 kW belastet ist.

Abb. 21 bezieht sich auf dieselbe Maschine, nachdem die Steuerwellen richtig eingestellt wurden. Es bleibt zwischen 40 und 45 MW ein für den Fahrplanregler unbrauchbarer Bereich zurück.

Abb. 22 zeigt die Auswirkung der Hilfsturbinenanordnung auf den Ungleichförmigkeitsgrad. Im

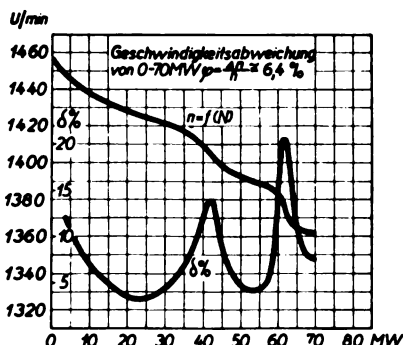


Abb. 20. Gestängesteuerung einer 85 000 kW-Turbine. $n = 1500$; $GD^2 = 175{,}4$ tm².

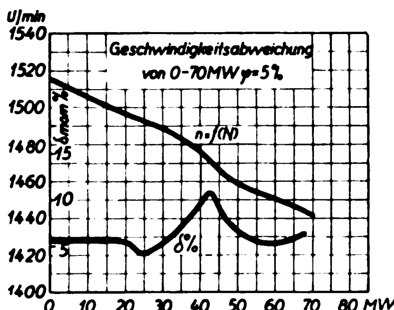


Abb. 21. Gestängesteuerung einer 85 000 kW-Turbine. $n = 1500$; $GD^2 = 175{,}4$ tm².

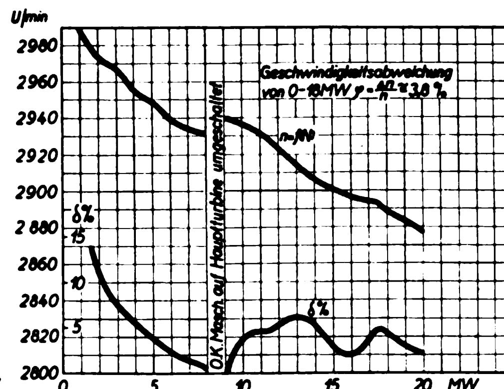


Abb. 22. Gestängesteuerung einer 20 000 kW-Turbine $n = 3000$; $GD^2 = 12$ tm².

Lastbereich zwischen rd. 8000 und 9000 kW schaltet sich selbsttätig der Hilfsturbinenabdampf vom Kondensator um auf eine Stufe der Hauptturbine und erzeugt dabei eine vollkommene Labilität der Steuerung. Sie ist also nur oberhalb dieses Lastpunktes mit Hilfe der in Abb. 12 veranschaulichten Grenzkontakte für den Fahrplanregler verwendbar, nachdem zusätzlich noch die Nocken der Steuerwelle einem geradlinigen Verlauf der Steuerkurve angepaßt werden.

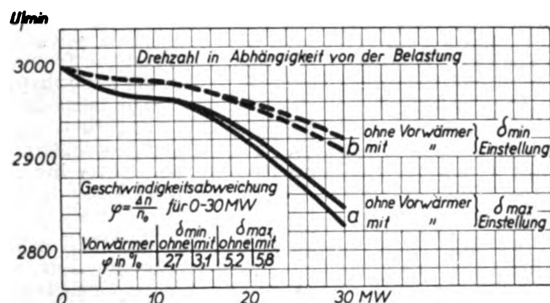


Abb. 23. Gestängesteuerung einer 30 000 kW-Turbine. $n = 3000$; $GD^2 = 20{,}2$ tm².

In Abb. 23 sind die Versuchswerte der Steuerung einer 30 000 kW-Zweigehäusemaschine mit und ohne Betrieb des Anzapfvorwärmers eingetragen. Die Unterschiede in der Geschwindigkeitsabweichung für die beiden Schaltungen äußern sich von Halblast an aufwärts und betragen 0,4 ... 0,6 % bezogen auf die Werte

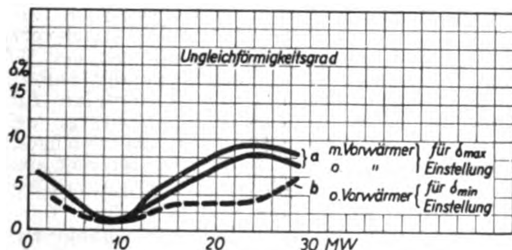


Abb. 24. Gestängesteuerung einer 30 000 kW-Turbine $n = 3000$; $GD^2 = 20{,}2$ tm².

von Null bis Vollast. Bei dieser Maschine besteht ferner die Möglichkeit, durch Veränderung des Hebelverhältnisses im Rückführungsgestänge den Ungleichförmigkeitsgrad während des Betriebes zwischen rd. 3 und 6 % stufenlos zu ändern. Auf die Vorteile dieser mit geringen Kosten erreichbaren Einstellvorrichtung wird später noch eingegangen werden. Abb. 24 enthält den jeweiligen Ungleichförmigkeitsgrad aus Abb. 23 bei den verschiedenen Schaltungen.

Die stets wechselnden Werte, welche die vorstehenden statischen Untersuchungen zeigen, ergeben nach Gl. (1) eine je nach der Belastung ungleiche Beteiligung der einzelnen Maschine an anfallenden Laständerungen und erzeugen dadurch bei Parallelbetrieb mehrerer Maschinen oder Kraftwerke, *1*, *2*, *3*, usw., unnötige Leistungsverschiebungen auf den Verbindungsleitungen; denn mit der Leistungszahl

$$\frac{N_0}{\delta_{mom}} = \frac{N_{01}}{\delta_1} + \frac{N_{02}}{\delta_2} + \frac{N_{03}}{\delta_3} + \ldots \quad (2)$$

ist das Maß für die Beteiligung bestimmt.

Die Gleichung gilt für den ungeregelten Parallelbetrieb und läßt erkennen, daß mit steigender Maschinenzahl und mit kleineren δ-Werten die Frequenzstabilität im Netz steigt (vgl. Abb. 2). Hier hat also der Geschwindigkeitsregler der Turbinen mit seiner Steuermuffe einen unmittelbaren Einfluß. Im leistungsgeregelten Betrieb aber geht dessen Wirkung immer mehr zurück, da bei systematischem Einbau von Fahrplanreglern in Richtung auf das frequenzfahrende Werk die Frequenzstabilität ihren Höchstwert erreicht. Während der Geschwindigkeitsregler nur noch die Rolle eines Sicherheitsorganes übernommen hat, wird die Lastbeteiligung durch den Fahrplanregler über die Steuer-

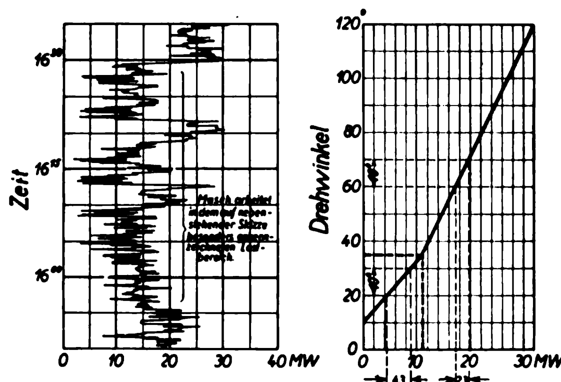


Abb. 25. Lastschwankung der Maschine (Abb. 24) infolge nicht gleichmäßiger Steuercharakteristik.

büchse des Reglers zwangsweise erreicht. An Stelle des erwünschten gleichmäßigen Ungleichförmigkeitsgrades tritt jetzt die Notwendigkeit einer vollkommenen Proportionalität zwischen Steuerbüchsenweg und Lastaufnahme der Maschine. Beide Forderungen gehen Hand in Hand. Z. B. wirkt sich der in der Abb. 24 gezeigte geringe Ungleichförmigkeitsgrad im Lastbereich unterhalb 12 000 kW im Fahrplanreglerbetrieb sehr ungünstig aus, wie ein praktischer Fall in Abb. 25 veranschaulicht. Die Vielseitigkeit des in Abb. 8 geschilderten Systems schafft in solchen Fällen bequeme Abhilfe, wenn man in die Eigenart der Steuerung selbst nicht eingreifen kann. Man schaltet mit Hilfe des Gleitschlittens, der zwischen den früher erwähnten Grenzkontakten (siehe Abb. 11) hin und her läuft, einen zusätzlichen Widerstand in den Stromkreis des Drehzahlverstellmotors ein und erzeugt dadurch

jeweilig eine geringe Änderung des Steuerbüchsenweges; die umgekehrte Wirkung läßt sich auch bei zu hohen Werten des Ungleichförmigkeitsgrades wie im Falle der Abb. 21 durch Widerstandsüberbrückung in den jeweiligen Lastpunkten erreichen. Naturgemäß muß die Größe des Drehzahlverstellmotors auf die zusätzlichen Widerstände abgestimmt werden.

IV. Turbinensteuerung im Störungsfalle.

Bei ganz plötzlichen Laständerungen übernimmt der Geschwindigkeitsregler wieder allein die Herrschaft über die Lasteinregelung. Es sei deshalb noch kurz auf die dynamischen Verhältnisse hingewiesen, die hierbei in Erscheinung treten. Da bereits außerordentlich weitgehende Versuche[5] über das Verhalten der Turbinensteuerung in Störungsfällen veröffentlicht worden sind, genügt es, diese durch Abb. 26 und 27 zu ergänzen.

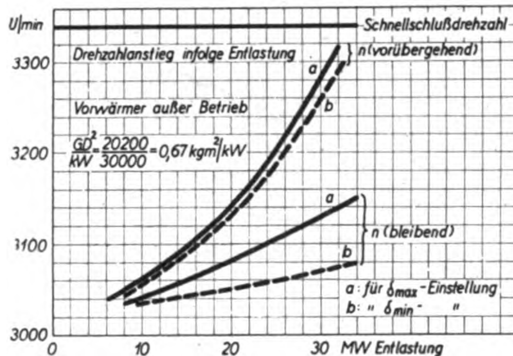


Abb. 26. Abschaltversuche an einer 30 000 kW-Turbine (Abb. 23)

Hierin sind die sich bei Abschaltungen ergebenden vorübergehenden und bleibenden Drehzahlerhöhungen in Abhängigkeit von verschiedenen Werten des Ungleichförmigkeitsgrades eingetragen. Während der Ungleichförmigkeitsgrad auf die bleibende Drehzahlerhöhung naturgemäß einen großen Einfluß hat, wirkt er sich auf die maximal vorübergehende nur verhältnismäßig gering aus. Bei den Versuchen wurden gleichzeitig die Zeiten, in denen der nach der Abschaltung einsetzende Regelvorgang zu Ende ging, wie folgt gemessen:

Entlastungsgrad		100 %		30 %	
Einstellung des Ungleichförmigkeitsgrades		δ_{max}	δ_{min}	δ_{max}	δ_{min}
Ende des Regelvorganges nach rund	Sek.	40	50	20	12

Die Meßwerte stimmen mit der theoretischen Überlegung überein, nach der bei konstant verlaufender Rückführgeschwindigkeit des Servomotorkolbens, d. h. bei sofortiger voller Öffnung des Steuerölquerschnittes, die Regelzeit bei großem Ungleichförmigkeitsgrad kürzer wird als bei kleinem, dagegen bei veränderlicher Rückführgeschwindigkeit, also in den am häufigsten vorkommenden Fällen kleiner Laständerungen, mit kleinerem δ die Zeit für das Einschwingen in die neue Gleichgewichtslage verkürzt wird.

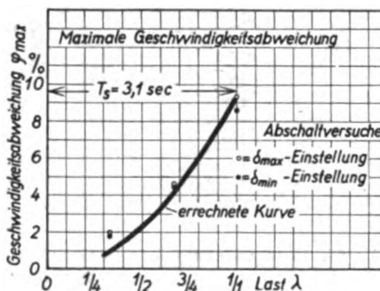


Abb. 27. Auswertung zu Abb. 26.

Abb. 27 vergleicht die Meßergebnisse mit der theoretisch errechneten Kurve der vorübergehenden Geschwindigkeitsabweichung in Abhängigkeit vom Entlastungsgrad für beide δ-Einstellungen. Die kürzere Einschwingzeit wird erreicht, wenn im ersten Augenblick des Regelvorganges ein möglichst großer Ölquerschnitt für die Einleitung der Steuerbewegung vom Regler freigegeben wird. Diese Forderung ist viel wichtiger als die Verkürzung der Schlußzeit des Reglers, in welcher die Dampfventile der Turbine von der größten auf die kleinste Füllung eingestellt werden.

V. Forderung an die Turbinensteuerung.

Nachdem die hauptsächlichsten Beziehungen zwischen Fahrplanregler und Geschwindigkeitsregler besprochen sind, können im folgenden praktisch erreichbare Forderungen an die Turbinensteuerung gestellt werden.

1. Gegenseitiges Abstimmen der Turbinensteuerungen aller am Parallelbetrieb beteiligten Maschinen bzw. Maschinengruppen nach den Gesichtspunkten:
   a) Die Maschinen des frequenzfahrenden Werkes erhalten den kleinsten Ungleichförmigkeitsgrad $\delta \approx 0$, also Isodromsteuerung, zwecks Erhöhung ihrer Leistungszahl.
   b) Die im Leitungszuge sich an dieses anschließenden Kraftwerke stellen den Ungleichförmigkeitsgrad ihrer Maschinensteuerungen auf rd. 2 ... 3 % ein.
   c) Die im Leitungszuge vom Frequenzwerk weiter entfernt liegenden Kraftwerke stufen den Ungleichförmigkeitsgrad ihrer Steuerungen nach oben auf etwa 4 ... 6 % ab.
2. Jede Turbinensteuerung muß einen über den ganzen Lastbereich gleichmäßigen Ungleichförmigkeitsgrad im Sinne der in Abb. 19 erreichten Form besitzen, ferner soll der Steuerbüchsenhub am Regler vollkommen proportional mit der Laständerung der Turbine sein.
3. Einfache Verstellbarkeit des Ungleichförmigkeitsgrades während des Betriebes zwischen den Werten $\delta = 0$ und 2 ... 6 %, wobei im Falle einer Störung die Erhöhung des Ungleichförmigkeitsgrades von $\delta = 0$ auf 2 % durch eine von der Netzspannung gesteuerte Einrichtung zum Schutze der Maschinen selbsttätig einsetzt und ferner die vorher beschriebene frequenzempfindliche Sollwertgeber-Verstellung am Fahrplanregler in Tätigkeit tritt. Sind die Turbinensteuerungen mit dieser Verstellvorrichtung ausgerüstet, dann ist jederzeit bei veränderten Schaltzuständen bei Auftrennung oder Vermaschung der Netze die neue Abstufung im Sinne der Forderungen 1a) ... c) sofort erreichbar.
4. Vorübergehende starke Erhöhung des Ungleichförmigkeitsgrades (10 ... 15 %) nur für die Zeit während des Regelvorganges und ferner Erniedrigung der Schlußzeit der Regelung von Vollast bis Leerlauf auf $T_s \approx 1$ s zwecks Verkürzung der Reglerzeit[6].

Schlußwort.

Mit der Anpassung der Turbinensteuerung an diese 4 Grundsätze erzielt man die Herabsetzung der Anzahl der durch Laständerung verursachten Regelvorgänge im Netz, die Vermeidung der unnötigen, durch den unstetigen Ungleichförmigkeitsgrad erzeugten zusätzlichen Leistungsverschiebungen und ferner die Erhöhung der Frequenzstabilität[7] im Netz, auf die weder im fahrplangeregelten, noch im ungeregelten Parallelbetrieb verzichtet werden kann. So erscheinen auch alle bei der Behandlung der Probleme über Leistungsregelung angeführten Vorschläge, auf den Geschwindigkeitsregler für den Steuervorgang ganz zu verzichten, abwegig, weil die Geschwindigkeitsregler aller am Parallelbetrieb beteiligten Maschinen, gleichgültig, ob sie fahrplangeregelt sind oder nicht, unbedingt die Stabilität der Frequenz im Netz bestimmen.

Die klare Erkenntnis aller Wirklastvorgänge zwischen Erzeugerwerken, Verbindungsleitungen und Verbrauchstellen wird dazu führen, daß alle angeschlossenen Kraftwerke ihre Sonderbestrebungen aufgeben und sich mit ihren Maschinen in die Verhältnisse des Gesamtnetzes einfügen müssen. Somit wird der einwandfreie Parallelbetrieb ein Gemeinschaftsbetrieb!

[5] K. Kühn, ETZ 1931, S. 1185, 1215, 1270; K. Kühn u. R. Mayer, S. 1349.

[6] ETZ 1931, S. 1351 u. 1352.
[7] Kieser, Elektr.-Wirtsch. 1931, S. 164.

Das neue Wasserkraftwerk am Dnjepr.

Von Dipl.-Ing. K. A. Pohl, z. Z. Berlin.

Übersicht. Der Aufsatz berichtet über die Vorgeschichte des Projektes, die Wahl des Standortes, Anordnung und Leistung der Anlage und bringt weiter kurze Angaben über die wichtigsten Einzelheiten (Staudamm, Schleusen, Gebäude) und elektromechanische Ausrüstung des Kraftwerkes. Zum Schluß wird über den Umfang der Bauarbeiten und über die Sicherung des Stromabsatzes gesprochen.

Die unmittelbar bevorstehende Inbetriebnahme des neuen russischen Wasserkraftwerkes am Dnjepr bei Zaporožje (während der Bauzeit wurde es „Dnjeprostroj", d. h. „Dnjepr-Bau" genannt) gibt die Veranlassung, die deutschen Fachkreise über diese bemerkenswerte Anlage zu informieren, um so mehr als die Fertigstellung des Dnjeprkraftwerkes gewissermaßen den Abschluß des großen russischen Elektrisierungsplanes 1920 darstellt, dessen Entstehung und Durchführung an dieser Stelle wiederholt behandelt wurde[1].

Mit der Errichtung des Dnjeprkraftwerkes verfolgte man russischerseits zwei Ziele:

Schiffbarmachung der durch Stromschnellen unterbrochenen Dnjeprstrecke zwischen Dnjepropetrowsk (ehem. Ekaterinoslaw) und Zaporožje (ehem. Alexandrowsk);

Schaffung einer ausgiebigen Stromquelle für die in rascher Entwicklung begriffene ukrainische Schwerindustrie.

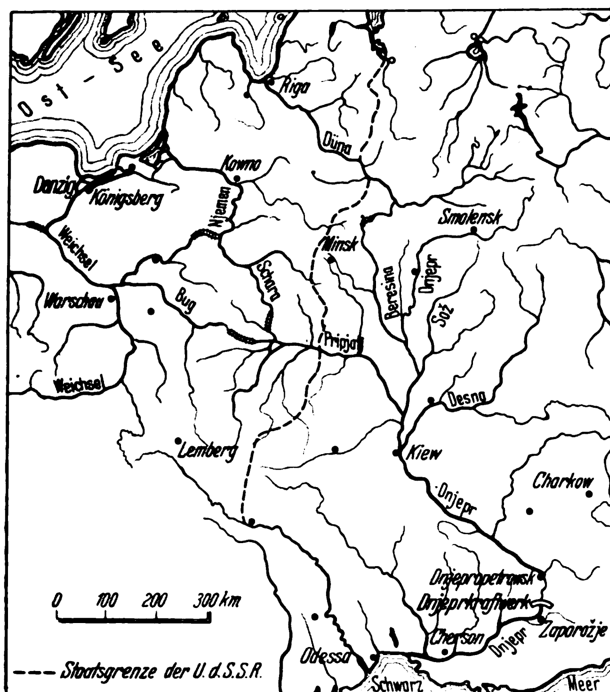


Abb. 1. Übersichtskarte des Dnjeprgebietes.

Wie aus Abb. 1 ersichtlich, wurde der etwa 1900 km lange schiffbare Teil des Dnjepr durch die vorstehend genannte Strecke in zwei Abschnitte Smolensk—Dnjepropetrowsk (rd. 1550 km) und Zaporožje—Cherson (rd. 350 km) geteilt. Beide Abschnitte sind auch bei Niedrigwasser schiffbar; sie besitzen ein nur sehr geringes Gefälle $i_{\text{mittl.}} = 0{,}000\,01$). Zwischen Dnjepropetrowsk und Zaporožje durchbricht der Fluß die Ausläufer des Karpathengebirges, wobei das Flußbett stark beengt und das mittlere Gefälle auf 0,000 47 gesteigert wird; durch 9 Stromschnellen und 25 kleinere Wasserfälle wird die Schiffahrt auf dieser etwa 60 km langen Strecke fast ganz unterbunden. Ein durchgehender Güterverkehr auf dem Dnjepr konnte daher nicht eingerichtet werden, so daß die verkehrstechnischen Möglichkeiten dieses drittgrößten europäischen Stromes nur ganz ungenügend ausgenutzt werden konnten. Zahlreiche Projekte des 18. und 19. Jahrhunderts befaßten sich mit der Beseitigung dieses unhaltbaren Zustandes, scheiterten jedoch an der verkehrswirtschaftlich untragbaren Höhe der Baukosten.

Erst die Fortschritte des neuzeitlichen Wasserkraftbaues einerseits und die rapide Entwicklung der südrussischen Industrie (Donetz-Kohlenrevier, Eisenrevier Kriwoj Rog, die metallverarbeitenden Werke in Dnjepropetrowsk usw.) anderseits brachten die Möglichkeit einer volkswirtschaftlich vertretbaren Lösung des Dnjeprproblems durch die Ausnutzung der gewaltigen Wasserkräfte des Flusses. Übertriebene Entschädigungsforderungen der Besitzer der einzustauenden Grundstücke verhinderten jedoch zunächst die Verwirklichung aller dahingehenden Projekte, bis die vollständige Umstellung der Grundbesitzverhältnisse im Nachkriegsrußland und die weitgehenden Pläne einer beschleunigten Förderung der ukrainischen Schwerindustrie auch die letzten Hindernisse beseitigten. Auf Grund eingehender Studien entwarf Prof. J. G. Alexandrow das endgültige Dnjeprostroj-Projekt; nach erfolgter Bestätigung dieses Projektes durch die russische Regierung wurde im April 1927 mit dem Bau begonnen[2].

Der Standort der Anlage wurde etwa 10 km unterhalb der letzten Stromschnelle (vgl. Abb. 2) gewählt, obwohl die schmalste Stelle des Flußbettes etwa 2 km stromaufwärts liegt; für diese Anordnung sprachen günstige topographische und geologische Verhältnisse der gewählten Baustelle (geringe Tiefe, gesunder Felsboden). Die Abflußmenge schwankt zwischen 300 und 21 795 m^3/s[*3] bei einem normalen Niedrigwasserabfluß von 680 m^3/s; korrespondierende Höhen des ungestauten Wasserspiegels wurden mit 12,7 und 22,6 m (über dem Spiegel des Schwarzen Meeres) ermittelt. Die Höhe des Stauspiegels wurde mit 51,2 m festgelegt; weitere Erhöhung des Stauspiegels hätte einen unzulässig hohen Einstau in Dnjepropetrowsk zur Folge. Bei dieser Stauhöhe schwankt das nutzbare Gefälle wie folgt:

geringster Niederwasserabfluß	300 m^3/s,	nutzbares Gefälle 38,75 m,
mittlerer Niederwasserabfluß	680 m^3/s,	nutzbares Gefälle 37,17 m,
Mittelwasserabfluß	1600 m^3/s,	nutzbares Gefälle 35,93 m,
mittlerer Hochwasserabfluß	15 000 m^3/s,	nutzbares Gefälle 27,43 m,
größter Hochwasserabfluß	21 795 m^3/s,	nutzbares Gefälle 26,75 m.

Unter Zugrundelegung dieser Abfluß- und Gefällsverhältnisse wurde die normale Leistung der Kraftanlage mit 810 000 PS an der Turbinenwelle (558 000 kW Generatorleistung) festgelegt (maximale Turbinenleistung beträgt bei einer größten Werkwassermenge von 2225 m^3/s 927 000 PS).

Angesichts der starken Schwankungen der Abflußmengen kann die ganze installierte Leistung des Kraftwerkes nur 75 Tage im Jahr voll ausgenutzt werden. Wie aus dem nachstehenden Diagramm (Abb. 3), welches die Durchschnittsdauer der theoretisch erzielbaren Kraftwerkleistungen angibt, ersichtlich, ist nur eine Leistung von 100 000 ... 125 000 kW als völlig gesichert anzusehen. Allerdings gestattet die regelnde Wirkung des durch die Errichtung des Staudamms gebildeten Stausees (3000 Mill m^3 Inhalt) die geringste Abflußmenge von 300 auf etwa 540 m^3/s heraufzusetzen und eine entsprechende Steigerung der minimalen Kraftwerkleistung zu erzielen. Mit Berücksichtigung dieser Steigerung ergeben sich die Extremwerte der Energieerzeugung mit 2,5 bzw. 4,4 Mill kWh im Jahr. Um einen vollständigen Ausgleich der Stromlieferung während des ganzen Jahres zu erzielen, ist jedoch die Errichtung von Reserve-Dampfkraftwerken unerläßlich.

[1] Vgl. P. Gurewitsch, Die Elektrisierung Rußlands, ETZ 1921, S. 1441. G. Dettmar, Die Elektrizitätsversorgung Sowjet-Rußlands, ETZ 1929, S. 665.

[2] Das Projekt von Prof. Alexandrow sieht den Bau von 3 Wasserkraftanlagen auf dem unteren Dnjepr vor; die hier beschriebene Anlage stellt die oberste Stufe dar. Die beiden unteren Staustufen weisen ein wesentlich geringeres Gefälle und kleinere Leistung (je 80 000 kW) auf; sie dienen hauptsächlich verkehrstechnischen und wasserwirtschaftlichen Zwecken (Schaffung eines Binnenweges auch für große Seeschiffe und Bewässerung des nordtaurischen Steppengebietes).

[*3] Während des Hochwassers 1931 wurde sogar die bis dahin noch unerreichte Abflußmenge von 24 500 m^3/s beobachtet.

Die nunmehr vollendete Anlage umfaßt folgende Bauwerke:

1. Staudamm,
2. Schleusenanlage,
3. Kraftwerk,

deren allgemeine Anordnung aus der Abb. 4 hervorgeht.

Abb. 2. Längsprofil des Dnjeprabschnittes Dnjepropetrowsk—Zaporožje.

Abb. 3. Mittlere Dauer der theoretisch erzielbaren Kraftwerkleistung (auf Grund der Beobachtungen von 1878 ... 1926).

Der 760 m lange bogenförmige Staudamm ist als Schwergewichtsmauer mit Überlauf und beweglichen Wehraufsätzen in Beton ausgeführt. Die größte Höhe der Staudammpfeiler beträgt 62,0 m über der Sohle, während die größte Sohlenbreite mit 39,5 m ermittelt wurde (vgl. Abb. 5). Der Überlauf besteht aus 47 Öffnungen von je 13,0 m l. W. Als Überlaufverschlüsse werden geschweißte, 80 t schwere Stoney-Schützen (9,7 · 13,6 m) eingesetzt, deren Bedienung durch zwei auf der Dienstbrücke des Staudammes fahrende Portalkrane (180 t Tragkraft) erfolgt.

Die Bogenform des Staudammes ($R = 600$ m) wurde hauptsächlich wegen der dadurch erzielbaren für die Abführung des Hochwassers erforderlichen Vergrößerung der Überlauflänge gewählt. Unter Zugrundelegung der Forderung, daß der gestaute Wasserspiegel bei Dnjepropetrowsk die bisher beobachteten Höchstwasserstände nicht überschreitet, wurde die erforderliche Überlauflänge mit 610 m ermittelt. Diese Länge konnte unter gegebenen Umständen nur durch eine Krümmung des Staudammes erreicht werden. Die Anordnung des Staudammbogens im Grundriß wurde ebenso wie die Form des Überlaufrückens durch eingehende Versuche im Laboratorium des Zentralen Aero-Hydrodynamischen Instituts (ZAGI) in Moskau bestimmt.

Abb. 4. Lageplan des Djneprkraftwerkes (mit Berücksichtigung der wichtigsten Baustelleneinrichtungen).

Abb. 5. Der Staudamm (Querschnitt und Grundriß).

Im Dammkörper sind 2 Kontrollgänge und ein weitverzweigtes in den unteren Kontrollgang mündendes Drainagesystem angeordnet. Zur Verhinderung der Durchsickerung unter dem Dammkörper wurden die Felssohle und die untersten Schichten des Dammkörpers durch zweimalige Zementeinpressungen auf 30 ... 35 m Tiefe sorgfältig abgedichtet. Für die Abdichtung der Temperaturfugen wurden 15 · 15 cm starke Asphalteinlagen verwendet.

Über den Staudamm führen zwei aus eisernen Vollwandträgern bestehende Brücken: eine Dienstbrücke für die Bedienung der Überlaufschützen und eine Straßenbrücke zur Verbindung der beiden Ufer. Im Anschluß an die letztere ist eine Brücke über die Schleusentreppe und eine über dem Vorbecken des Krafthauses ausgeführt.

Für die Herstellung des Staudammes wurde plastischer Beton (Misch.-Verh. 1 : 3 : 5 W/Z = 0,62, Druckfestigkeit nach 28 Tagen 220 kg/cm²) verwendet. Eiseneinlagen wurden nur in den Kolknasen der Überläufe sowie im Bereiche der Schützennischen der Pfeiler verlegt. Die gesamte für die Herstellung des Staudammes verwendete Betonmenge betrug 820 000 m³. Das Betonieren des Staudammes wurde im Juli 1929 begonnen und im März 1931 abgeschlossen.



Abb. 6. Das Kraftwerk.

Abb. 7. Querschnitt des Kraftwerkes.

Der linke Flügel des Staudammes schließt sich an die **Schleusenanlage** an. Diese umfaßt drei Schleusen sowie oberen und unteren Vorhafen, gebildet durch massive und geschüttete Leitdämme mit Anlegestellen. Das gesamte durch die Schleusentreppe zu bewältigende Größtgefälle beträgt 38,75 m; dementsprechend entfällt auf jede Einzelschleuse ein Gefälle von 12 ... 13 m. Die mit Stemmtoren ausgerüsteten Schleusenkammern weisen die auf russischen Großschiffahrtstraßen üblichen Abmessungen auf (Länge 120 m, lichte Breite 18 m, Drempeltiefe 3,6 m). Die Füllung erfolgt durch je zwei Sohlenumläufe; als Umlaufverschlüsse werden Drosselklappen verwendet.

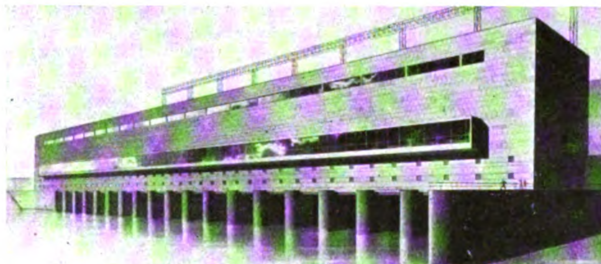


Abb. 8. Perspektivische Ansicht des Krafthauses (Arch. Prof. Wesnin).

Die Füllzeit der Schleusen wurde mit max. 10 min festgelegt. Eine vollständige einmalige Schleusung erfordert etwa 1½ h; bei Serienschleusungen kann diese Zeit auf 45 min herabgesetzt werden. Dementsprechend kann die Leistung der Schleusenanlage mit 2,0 ... 3,0 Mill t veranschlagt werden; weitere Steigerung des Güterverkehrs erfordert die Errichtung einer zweiten parallelen Schleusentreppe.

Der Schleusenbetrieb ist restlos mechanisiert. Die Schleppeinrichtungen bestehen aus elektrisch betriebenen

Spills, deren Steuerung in einem Kommandoturm auf dem Oberhaupt der mittleren Schleusenkammer zusammengefaßt ist. Diese Lage des Kommandoturms gibt eine gute Übersicht über den ganzen Schleusenbetrieb.

An das oberste Schleusenhaupt schließt sich das obere Leitwerk an. Es ist 225 m lang und besteht aus 8 Eisenbetongewölben von 16,0 m lichter Weite auf Bruchsteinpfeilern. Eine ähnliche Konstruktion (31 Betonbögen, 5 m lichte Weite) wurde auch für das untere Leitwerk gewählt,

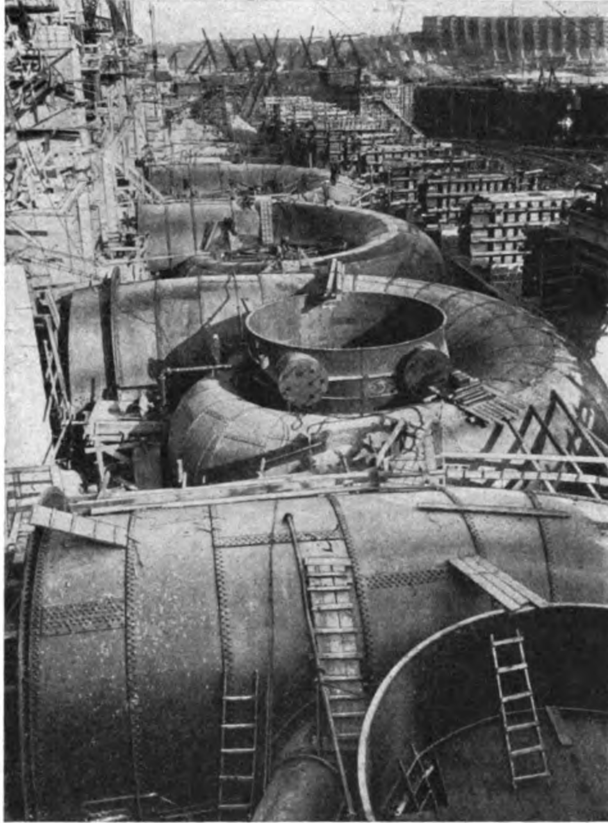


Abb. 9. Montage der Turbinenspiralen.

das sich an den 1200 m langen Leitdamm anschließt. Der Leitdamm soll die unterwasserseitige Schleuseneinfahrt vor der reißenden Strömung des von dem Staudamm abfließenden Wassers schützen. Er besteht aus zwei parallelen, 31,0 m voneinander entfernten Steindämmen. Der durch Dichtungschichten gegen Filtration geschützte Zwischenraum zwischen den Steindämmen ist mit Spülsand ausgefüllt.

Die Herstellung der Schleusenanlage erforderte etwa 1,8 Mill m³ Erd- und Felsaushub, 150 000 m³ Beton und 120 000 m³ Steinschüttung. Die Arbeiten an der Schleusentreppe wurden im Herbst 1928 begonnen und im Frühjahr 1931 abgeschlossen.

Der rechte Flügel des Staudamms grenzt an die eigentlichen Kraftwerkanlagen: Vorbecken, Einlaufbauwerk und Krafthaus.

Das im Grundriß trapezförmige Vorbecken ist von dem Unterwasser durch das Einlaufbauwerk mit dahinterliegendem Krafthaus und durch einen 250 m langen Betondamm getrennt. Von dem Stausee ist das Vorbecken durch die bereits erwähnte Straßenbrücke getrennt, an deren Pfeiler die Schwimmbalken zum Abfangen von groben Schwimmkörpern befestigt sind.

Das Einlaufbauwerk stellt eine Verlängerung des eigentlichen Staudammes dar, von dem es durch einen vorspringenden Trennpfeiler abgetrennt ist. Es enthält die durch senkrechte Feinrechen geschützten Einläufe der 10 Druckrohre (für 9 große Hauptsätze und eine kleine Hilfsturbine) und die Entnahmeöffnungen für die Wasserversorgung des Krafthauses. Die Drainage des Einlaufbauwerks, die Anordnung und Abdichtung der Temperaturfugen sowie die Dichtung der Sohle durch Zementeinpressungen sind den bei der Besprechung des Staudammes erläuterten analog.

Als Verschlüsse der Einlauföffnungen werden elektrisch betriebene Stoney-Schützen verwendet; zur Verringerung des Schützengewichtes wurden die Einläufe in je zwei rechteckige Öffnungen 6,5 · 9,4 m unterteilt. Die Druckrohre haben einen Durchmesser von 7,62 m; sie sind teilweise in Eisenbeton (oberer Teil) und teilweise in 2 bis 2½ cm starkem Stahlblech ausgeführt. Die maximalen Wassergeschwindigkeiten im Einlaufbauwerk betragen:

im Rechenquerschnitt . . . . . 0,97 m/s
„ Schützenquerschnitt . . . . . 1,65 „
in den Druckrohren . . . . . . 4,4 „



Abb. 10. Montage des Turbinenlaufrades.

Das Krafthaus ist parallel an das Einlaufbauwerk und im unmittelbaren Anschluß an dasselbe errichtet. Es beherbergt den Maschinensaal mit 9 Hauptmaschinensätzen sowie mehrere Hilfs- und Abstellräume; die Verteilung dieser Räume sowie die Hauptabmessungen des Krafthauses gehen aus den Abb. 6 und 7 hervor. Der Unterbau des Gebäudes und die Decken werden in Beton bzw. Eisenbeton ausgeführt, während das Traggerippe des Maschinenraumes aus Stahlkonstruktionen besteht, die mit



Aufn. Unionbild

Abb. 11. Montage der Hauptgeneratoren.

leichten bimssteinähnlichen Platten verkleidet werden; bei strengster Sachlichkeit erzielte man dabei eine ausgezeichnete architektonische Wirkung (Abb. 8).

Die 9 Hauptmaschinensätze des Krafthauses bestehen aus einfachen Francis-Spiralturbinen mit stehender Welle und darüber liegenden direkt gekuppelten Drehstrom-Schirmgeneratoren. Die Leistungen und Abmessungen der Hauptsätze werden von den Lieferfirmen („Newport News Shipbuilding and Dry Dock Co., Newport U.S.A." für Turbinen, „General Electric Company, U.S.A."

und „Electrosila" Leningrad für Generatoren[4]) wie folgt angegeben:

Turbinen.

Gefälle $H = 37{,}5$ m				
Wassermenge Q:	175	194	247	m³/s (max.)
Leistung N:	80 000	89 000	103 000	PS
Wirkungsgrad η:	0,9175	0,921 (max.)	0,83	
Drehzahl n:		88,25		

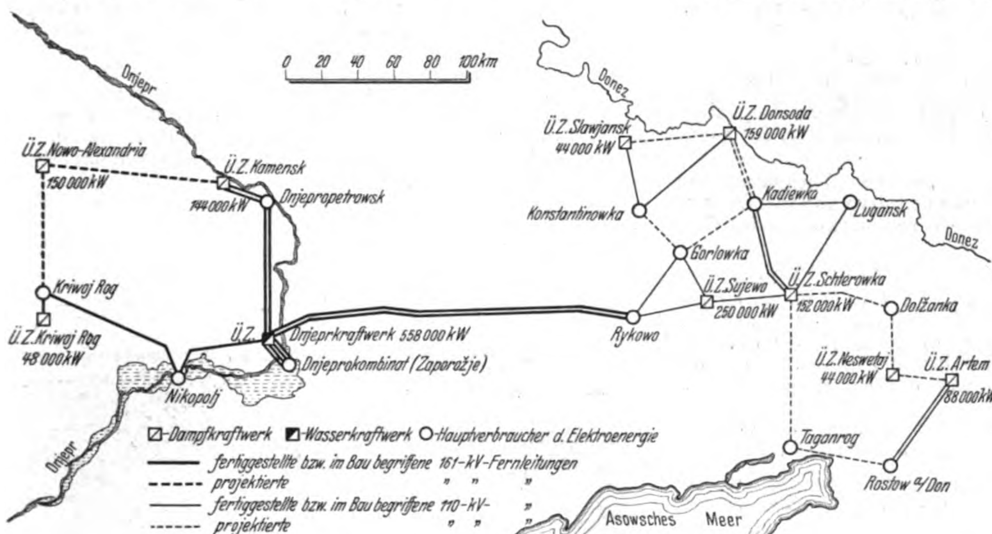


Abb. 12. Fernleitungen des Dnjeprkraftwerkes.

Durchmesser der Turbinenstrecke	1,04 m
Eintrittsdurchmesser des Laufrades	4,63 m
Austrittsdurchmesser des Laufrades	5,84 m

Generatoren.

Leistung N: 77 500 kVA bzw. 62 000 kW (bei $\cos\varphi = 0{,}8$)
Spannung: 13 800 V
Frequenz: 50 Hz
Polzahl: 68
Wirkungsgrad: 0,984 (bei $\cos\varphi = 1{,}0$) und 0,978 (bei $\cos\varphi = 0{,}8$)
Schwungmoment des Rotors: 28 000 tm.

Das Hilfsaggregat des Kraftwerkes ist im Abstellraum des Krafthauses aufgestellt: es besteht aus einer Francis-Spiralturbine von 3500 PS Leistung mit einem direkt gekuppelten Drehstromgenerator (3160 kVA, 2200 V, 50 Hz).

Die einbetonierten genieteten Turbinenspiralen ($D_{max} = 20{,}3$ m) der Hauptsätze wiegen je 430 t (Abb. 9); das Gesamtgewicht jeder Turbine (einschließlich Spirale) stellt sich auf rd. 800 t, so daß an die Geschicklichkeit des Montagepersonals recht hohe Forderungen gestellt werden mußten (vgl. Abb. 10). Alle Turbinen erhielten Finksche Leitapparate, selbsttätige Woodward-Regler und selbständige Schmieranlagen; die Druckregelung erfolgt über gruppenweise angeordnete Luftregelungssysteme durch vier Kompressoren.

Das Gewicht der Hauptgeneratoren beträgt je 780 t; der Statordurchmesser wurde mit 12,6 m, der des Rotors mit 10,4 m bemessen (Abb. 11). Mit Rücksicht auf diese Abmessungen mußten die Generatoren erst an Ort und Stelle zusammengebaut werden. Für die Montage verwandte man 2 Brückenkrane von je 260 t Tragkraft, die den ganzen Maschinensaal bestreichen können. Für die Bewältigung der größten Lasten (z. B. Generator-Rotor mit Welle im Gewicht von rd. 440 t) mußten die beiden Krane zusammengekoppelt werden.

Die Erregung jedes Hauptgenerators erfolgt durch einen Motorgenerator (bestehend aus einem Asynchronmotor von 575 PS und einem Erregergenerator von 375 kW mit Eigenerregung), der von einem Wechselstrom-Hilfsgenerator (780 kVA mit Eigenerregung) angetrieben wird. Bei diesem Erregersystem ist jeder Satz vollkommen unabhängig von dem anderen; im Notfall kann jedoch die Erregung eines Hauptgenerators auch durch den Motorgenerator des benachbarten Hauptsatzes übernommen werden. Desgleichen gestatten auch die Schmiereinrichtungen zentrale und autonome Schmierung jedes Satzes.

Die Hauptgeneratoren sind mit den zugehörigen, außerhalb des Maschinenhauses aufgestellten Transformatoren durch blanke, unter dem Fußboden verlegte Kupferschienen unmittelbar verbunden. Zur Vermeidung übermäßig schwerer Transformatoren sind für jeden Hauptgenerator je drei einphasige Transformatoren aufgestellt worden, deren Leistung und Abmessungen wie folgt festgelegt wurden:

Leistung: 26 000 kVA
Spannung: 13,8/161 kV (Spannung der Fernleitungen)
Wirkungsgrad: 0,9914 (bei Vollast und $\cos\varphi = 1$) bis 0,9925 bei ¾ Last und $\cos\varphi = 0{,}8$)
Gewicht (einschl. Öl): 60 t
Gesamthöhe: 8 m.

Ferner sind zwei Transformatoren zu 6000 kVA für die Speisung des Eigenbedarfsnetzes vorgesehen; dieses hat eine Spannung von 2,2 kV und kann sowohl von der Hochspannungsseite (durch die beiden eben erwähnten Transformatoren) als auch von dem bereits beschriebenen Hilfsatz gespeist werden.



Aufn. Unionbild

Abb. 13. Ansicht des fertiggestellten Staudamms (am 20. IV. 1932).

Die Schaltanlage ist als Freiluftanlage auf der Uferseite des Vorbeckens errichtet; in baulich-konstruktiver Hinsicht weist sie keinerlei Besonderheiten auf. Sie umfaßt zwei Sammelschienensysteme, die in drei durch Drosselspulen miteinander verbundene Sektionen unterteilt sind. An jede Sektion sind je 3 Transformatorengruppen der Hauptsätze mit Öl- und Trennschaltern

[4] Die ersten 5 Generatoren, deren Inbetriebnahme im Sommer 1932 erfolgen soll, liefert General Electric Co., während die restlichen 4 von dem russischen Werk „Electrosila" hergestellt werden.

angeschlossen. Die Bedienung der Schaltanlage ist im zentralen Kommandohaus zusammengefaßt, das auch die zahlreichen Meß- und Kontrollapparate sowie eine Ölreinigungsanlage beherbergt.

Von den Sammelschienen der Schaltanlage gehen neun 161 kV-Fernleitungen an die wichtigsten Stromverbraucher ab. Als solche kommen in Frage:

1. die Gruppe der im Bau begriffenen Industriewerke („Dnjeprokombinat") in unmittelbarer Nähe des Kraftwerkes. Diese Gruppe umfaßt:
   ein Stahlwerk „Dnjeprostalj" mit einer Jahresproduktion von 1,25 Mill t hochwertigen Stahls;
   ein Aluminiumwerk (20 000 t Aluminium im Jahr), eine Kokerei (1,3 Mill t Hüttenkoks und 0,1 Koksklein im Jahr),
   ein Werk für Ferrolegierungen „Dnjeprosplaw" (Jahresproduktion: 80 000 t Ferromangan, 20 000 t Ferrosilizium, 4000 t Ferrowolfram und 1600 t Ferrochrom) usw.
   mit einem Energiebedarf von rd. 250 000 kW.
2. Das Donezrevier (zahlreiche in Bau bzw. in Erweiterung begriffene Kohlenbergwerke und sonst. Industrieanlagen); Energiebedarf: rd. 150 000 kW.
3. Die Städte Dnjepropetrowsk und Kamensk mit mehreren größeren Industriewerken; Energiebedarf: rd. 100 000 kW.
4. Erzgruben von Kriwoj Rog (Eisenerze) und Nikopolj (Manganerze); Energiebedarf rd. 70 000 kW.

Alle diese Energieverbraucher werden an das Dnjeprkraftwerk mit folgenden Fernleitungen angeschlossen:

1. vier 15 km lange Parallelleitungen zum „Dnjeprokombinat",
2. zwei 210 km lange Parallelleitungen nach Rykowo (Donezrevier),
3. zwei 105 km lange Parallelleitungen nach Dnjepropetrowsk—Kamensk,
4. eine 157 km lange Leitung nach Nikopolj-Kriwoj Rog.

Durch den Anschluß dieser Leitungen an die bestehenden bzw. im Bau begriffenen Kraftwerke und Leitungssysteme ergibt sich die Möglichkeit einer Zusammenfassung der wichtigsten ukrainischen Überlandzentralen zu einem einheitlichen Energieversorgungsystem von beachtlicher Leistungsfähigkeit (1,64 Mill kW) und Ausdehnung (vgl. Abb. 12).

Die Bauarbeiten am Dnjeprkraftwerk (einschl. Staudamm und Schleusenanlage) sind gegenwärtig abgeschlossen (vgl. Abb. 13); die Montage der ersten zwei Maschinensätze ist ebenfalls beendet; weitere sollen noch im Laufe dieses Jahres nacheinander dem Betrieb übergeben werden. Außerdem sind von der Bauverwaltung des Dnjeprkraftwerkes (Vorstand: Ing. A. Winter, Chefingenieur Prof. B. Wedeneew) noch folgende Arbeiten durchgeführt:

a) Der Bau vorstehend angegebener Fernleitungen (Gesamtlänge rd. 880 km) nebst elf Umspannwerken für eine Leistung von insgesamt 1,1 Mill kVA.
b) Der Bau eines Flußhafens (1,0 km oberhalb des Staudammes) für einen Jahresumsatz von rd. 600 000 t mit 1700 m langer Anlegefront (davon 1100 m Betonkais); der Hafenbau erforderte eine Erd- und Felsbewegung von rd. 3 Mill m³.
c) Der Bau einer 22 km langen vollspurigen Eisenbahnlinie 3 km unterhalb des Staudammes als Ersatz für die alte, oberhalb des Staudammes gelegene und eingestaute Bahnstrecke; im Rahmen dieses Bahnbaues wurden 2,6 Mill m³ Erde bewegt und zwei Eisenbahn- und Straßenbrücken (mit übereinander liegenden Fahrbahnen) über den Dnjepr errichtet, von denen eine zu den größten Bogenträgerbrücken der Welt zählt (Abb. 14).



Abb. 14. Brücke über den alten Dnjepr (Spannweite 224 m).

Die Anlage ausgedehnter Siedlungen für das auf dem Bau beschäftigte Personal sowie die Errichtung sehr umfangreicher Hilfsanlagen der Baustelleneinrichtung (vgl. Abb. 4) gehörten ebenfalls zu den Aufgaben der Bauverwaltung[5].

Angesichts der Größe und Eigenartigkeit der ganzen Anlage kann ihre Vollendung bei einer verhältnismäßig kurzen Bauzeit von 4¼ Jahren als eine achtunggebietende Leistung angesprochen werden, deren überragende Bedeutung für die ganze russische Volkswirtschaft auf der Hand liegt.

[5] Wegen Raummangels ist es nicht möglich, im Rahmen dieses Beitrages eine nähere Beschreibung der Bauausführung und der großzügigen Baustelleneinrichtung zu geben; es sei daher auf die einschlägigen Veröffentlichungen in den bautechnischen Fachzeitschriften („Der Bauingenieur", „Die Bautechnik" 1928 ... 1931) verwiesen.

Eine Verallgemeinerung der Definition des Leistungsfaktors für beliebig viele Verbraucher mit mehrwelligen Strömen*.

Von Kurt Müller-Lübeck, Berlin.

Übersicht. Es wird für ein Netz mit sinusförmiger Spannung mit beliebig vielen Verbrauchern mehrwelliger Ströme angegeben, wie man eine eindeutige Definition der maßgebenden Leistungsfaktoren der Verbraucher begründen kann. Es werden Formeln für die Berechnung dieser maßgebenden Leistungsfaktoren angegeben, und zwar in allgemeiner Schreibweise, nur abgestellt auf meßbare Leistungsgrößen, und ferner in spezieller Schreibweise unter Verwendung der in den bisherigen Definitionsvorschlägen benutzten Leistungsfaktorgrößen.

Die Klärung des Leistungsfaktorproblemes für Verbraucher nichtsinusförmiger oder mehrwelliger Ströme, wie z. B. Gleichrichter oder Umrichter allgemeiner Art, besteht bekanntlich aus der Lösung von zwei Aufgaben. Erstens hat man eine eindeutige Maßzahl zur Bewertung der Verbraucher zu finden, welche man als maßgebenden Leistungsfaktor (d. h. maßgebend für das Elektrizitätswerk) bezeichnet. Zweitens hat man zweckmäßig gewählte Eigenleistungsfaktoren jedes Verbrauchers zu definieren, aus denen man sich unter Berücksichtigung der Eigenleistungsfaktoren der übrigen Verbraucher und der sonstigen Bestimmungsgrößen des Netzes die jeweils maßgebenden Leistungsfaktoren errechnen kann.

Während man sich ursprünglich unbewußt nur mit der Diskussion des Leistungsfaktors des einfachsten Falles beschäftigt hatte, daß ein Generator einen einzigen Verbraucher speist, kam man später darauf, daß solche Definitionen unzureichend waren für den Fall der Wirklichkeit, daß ein Generator mehrere Verbraucher speist, sofern diese Verbraucher mehrwellige Ströme führen. Als erster wies Krijger[1] darauf hin, daß man einen Gleichrichter, welcher zu einer schon bestehenden Grundbelastung des Netzes durch Verbraucher mit Sinusströmen hinzutritt, ganz anders zu bewerten hat als einen Gleichrichter als einzige Belastung. Seine noch mit sehr speziellen Annahmen behafteten Arbeiten bildeten dann den Ausgangspunkt für weitere nach größerer Allgemeinheit strebende

* Eingeg. 26. I. 1932.

[1] L. P. Krijger, ETZ 1923, S. 286.

Untersuchungen[2]. Diese hatten mit Arbeiten von Faye-Hansen[3] und Löbl[4] einen vorläufigen Abschluß gefunden mit dem Ergebnis, daß das Leistungsfaktorproblem für den Fall eines Generators mit sinusförmiger Spannung, welcher durch eine Grundbelastung mit Sinusstrom und außerdem durch einen Gleichrichter belastet wird, als einwandfrei gelöst gelten kann.

Hiernach denkt man sich an Stelle des Gleichrichters einen gewöhnlichen Ersatzverbraucher mit Sinusstrom, dessen Stromhöhe und Phasenlage des Stromes so gewählt sind, daß er die gleiche Erhöhung der Wirk- und Scheinleistung am Generator erzeugt wie der Gleichrichter. Der Leistungsfaktor des Ersatzverbrauchers ist dann der „maßgebende Leistungsfaktor" des Gleichrichters.

Es besteht jedoch noch keine völlige Klarheit, wie man die den Verbraucher selbst charakterisierenden Eigenleistungsfaktoren zweckmäßig definiert. Ist bei sinusförmig angenommener Netzspannung N die Scheinleistung, N_W die Wirkleistung, N_B die Blindleistung und N_V die Verzerrungsleistung (nach Budeanu) des Verbrauchers, so gibt es die folgenden Vorschläge $\left(N^2 = N_W^2 + N_B^2 + N_V^2\right)$:

Von Krijger wurde vorgeschlagen, einen „Verzerrungsfaktor" und einen „Verschiebungsfaktor" zu definieren, welche wir nach einem Vorschlage von Faye-Hansen λ_z und λ_s schreiben wollen; deren Produkt ergibt den gewöhnlichen Leistungsfaktor. Deren Werte wurden von Kern[2] berichtigt und lauten dann

$$\lambda_z = \frac{\sqrt{N_W^2 + N_B^2}}{N}, \quad \lambda_s = \frac{N_W}{\sqrt{N_W^2 + N_B^2}} = \cos \alpha_1;$$

darin ist α_1 der Phasenwinkel der Grundwelle des Stromes mit der Spannung.

Kern selbst schreibt den Verzerrungsfaktor v, den Verschiebungsfaktor $\cos\varphi$, den gewöhnlichen Leistungsfaktor $\cos\psi = v \cos\varphi$, so daß man mit diesen Beziehungen erhält

$$\cos\psi = \frac{N_W}{N}, \quad \cos\varphi = \frac{N_W}{\sqrt{N_W^2 + N_B^2}}, \quad v = \frac{\cos\psi}{\cos\varphi}.$$

Vom Verfasser wurde vorgeschlagen, einen „elektrischen Leistungsfaktor λ_E" und einen „magnetischen Leistungsfaktor λ_M" zu definieren durch

$$\lambda_E = \frac{N_W}{N}; \quad \lambda_M = \sqrt{1 - \left(\frac{N_B}{N}\right)^2};$$

hieraus leitet sich ab $\cos\alpha_1 = \lambda_E \Big/ \sqrt{1 - (\lambda_M^2 - \lambda_E^2)}$. Begründet wird diese Definition damit, daß diese Größen, welche immer in der Größenfolge $\lambda_E \leq \lambda_M \leq 1$ stehen, eine untere bzw. obere Grenze darstellen, welche von dem maßgebenden Leistungsfaktor nicht unterschritten und nicht überschritten werden kann und daß diese auch bei nichtsinusförmiger Spannung ihren Sinn behalten. Bei sinusförmiger Spannung wird diese obere Grenze zwar nicht ganz erreicht, diese liegt dann nämlich bei dem etwas niedrigeren Werte $\cos\alpha_1$ ($\leq \lambda_M$), jedoch ist dabei zu bedenken, daß die Größe $\cos\alpha_1$ bei nichtsinusförmiger Spannung keine Bedeutung mehr hat.

Von O. Löbl werden in seiner Rechnung die Größen von Kern benutzt, mit dem einzigen Unterschied, daß anstelle von ψ der Buchstabe Φ tritt.

Ohne unter diesen Definitionen eine Entscheidung treffen zu können, die wohl eine Frage der Übereinkunft werden wird, soll hier jetzt versucht werden, die Bestimmung des „maßgebenden Leistungsfaktors" für den praktisch bedeutungsvollen, bisher jedoch noch nicht behandelten allgemeinen Fall zu klären, daß ein Generator beliebig viele, beliebig verschiedene Verbraucher speist. Dabei soll die Spannung zunächst wieder als sinusförmig angenommen werden.

An einen Generator seien n Verbraucher mit verschiedenen verzerrten Strömen angeschlossen. Mann kann sich dann wieder diese n Verbraucher mit verzerrten Strömen durch ebensoviele äquivalente Verbraucher mit Sinusströmen ersetzt denken, deren Wirkleistungen mit denen der gegebenen Verbraucher übereinstimmen und ferner so gewählt sind, daß sie die gleiche resultierende Scheinleistung am Generator ergeben. Da jedoch der Strom jedes Ersatzverbrauchers zwei Bestimmungsgrößen aufweist, nämlich den Effektivwert und den Phasenwinkel, sämtliche Verbraucher also $2n$ Bestimmungsgrößen verlangen, die Gleichheit der einzelnen Wirkleistungen sowie der resultierenden Scheinleistung dagegen nur $n + 1$ Gleichungen liefern, so fehlen zur Berechnung der n maßgebenden Leistungsfaktoren $n - 1$ Gleichungen.

Man könnte nun daran denken, zur Berechnung der maßgebenden Leistungsfaktoren jeweils nur einen Verbraucher, dessen Leistungsfaktor bestimmt werden soll, durch einen Ersatzverbraucher zu ersetzen und die übrigen Verbraucher zu belassen. Dann hat man für die zwei Bestimmungsgrößen des Ersatzverbrauchers gerade zwei Bedingungen, nämlich die Gleichheit der Wirkleistung mit der des wirklichen Verbrauchers sowie die Erhaltung der resultierenden Scheinleistung des Generators. Bei einem solchen Vorgehen entsteht jedoch die Schwierigkeit, daß die einzeln ermittelten Ersatzverbraucher, zu einem vollständigen System zusammengefügt, im allgemeinen nicht mehr die gleiche resultierende Scheinleistung am Generator ergeben wie das System der wirklichen Verbraucher. Aus diesem Grunde scheidet diese Art der Bestimmungen aus, denn das Elektrizitätswerk interessiert nur die Frage, für welches System von Sinusstromverbrauchern es das System der wirklichen Verbraucher zu halten hat.

Die zu lösende Aufgabe hat also von der ersteren Betrachtungsweise, d. h. von dem gleichzeitigen Ersatz aller Verbraucher durch äquivalente Ersatzverbraucher gleicher Wirkleistung und gleicher resultierender Scheinleistung auszugehen, und es gilt, eine vernünftige Annahme zu machen, welche die fehlenden $n - 1$ Bedingungen liefert. Im folgenden soll gezeigt werden, wie sich die Aufgabe sinngemäß lösen läßt.

Der Generator soll n Verbraucher speisen, welche die Ströme

$$i_i = \sqrt{2} \sum_\nu I_{i\nu} \sin(\nu\vartheta - \alpha_{i\nu})$$
$$i = 1, 2, \ldots, n; \quad \nu = 1, 2, \ldots, \infty \tag{1}$$

erzeugen. Dann errechnet sich die resultierende Scheinleistung am Generator aus dem Produkt der gemeinsamen effektiven Spannung U und dem resultierenden effektiven Strom I_r, welcher gegeben ist durch

$$I_r^2 = \sum_\nu \left[\sum_i I_{i\nu}^2 + 2 \sum_{k>i} I_{i\nu} I_{k\nu} \cos(\alpha_{i\nu} - \alpha_{k\nu})\right]. \tag{2a}$$

Die wirklichen Verbraucher sollen jetzt ersetzt werden durch äquivalente Ersatzverbraucher mit den Strömen $\tilde{i}_i = \sqrt{2}\, \tilde{I}_i \sin(\vartheta - \tilde{\alpha}_i)$. Für diese errechnet sich der resultierende Strom aus

$$\tilde{I}_r^2 = \sum_i \tilde{I}_i^2 + 2 \sum_{k>i} \tilde{I}_i \tilde{I}_k \cos(\tilde{\alpha}_i - \tilde{\alpha}_k). \tag{2b}$$

Sollen die Wirkleistungen der Ersatzverbraucher gleich denen der wahren Verbraucher sein, so folgt $\tilde{I}_i \cos\tilde{\alpha}_i = I_{i1} \cos\alpha_{i1}$. Setzt man diese Bedingungen in die erste Gleichung ein und erfüllt die Erhaltung der resultierenden Scheinleistung, indem man die rechten Seiten der beiden Ausdrücke für I_r und $\tilde{I}_r$ gleich setzt, so folgt die Gleichung

$$\sum_\nu \left[\sum_i I_{i\nu}^2 + 2 \sum_{k>i} I_{i\nu} I_{k\nu} \cos(\alpha_{i\nu} - \alpha_{k\nu})\right]$$
$$= \sum_i I_{i1}^2 \cos^2\alpha_{i1} \left(1 + \operatorname{tg}^2 \tilde{\alpha}_i\right)$$
$$+ 2 \sum_{k>i} I_{i1} I_{k1} \cos\alpha_{i1} \cos\alpha_{k1} \left(1 + \operatorname{tg}\tilde{\alpha}_i \operatorname{tg}\tilde{\alpha}_k\right). \tag{3}$$

Das ist die Bestimmungsgleichung für die n Unbekannten $\tilde{\alpha}_i$, zu der noch $n - 1$ Bedingungen hinzutreten müßten. Für $n = 2$, wobei der eine Sinusstromverbraucher ist, nimmt die Gleichung die Form der früher diskutierten (Faye-Hansen, Löbl) an. Die Lösung dieser allgemeinen Gleichung verlangt jedoch eine weitere Annahme, welche auf eine sinngemäße Bewertung der Verzerrungsleistungen der verschiedenen Verbraucher hinauslaufen wird.

Ist der erste der n Verbraucher eine Grundbelastung mit Sinusstrom, welche groß ist im Vergleich zu der Summe aller übrigen Verbraucher (z. B. großes Ortsnetz mit Sinusstrom und mehrere Gleichrichter), so ist die

---

[2] C. Brynhildsen u. E. Kern, BBC-Mitt. 1927, Heft 5...8. (Diese Arbeit enthält die von E. Kern vorgeschlagene einwandfreie Formulierung des Krijgerschen Definitionsvorschlages). — C. Budeanu, ETZ 1928, S. 97. — Müller-Lübeck, ETZ 1928, S. 251, 633, 1167; „Forschung und Technik", S. 134 (Verlag Julius Springer, Berlin 1930); ETZ 1930, S. 1193, 1762.

[3] Vgl. ETZ 1932, S. 662.

[4] Kurvenform und Leistungsfaktor (Beitrag zum Gleichrichtertarif), VDE-Vortrag, gehalten im Juni 1931, vgl. VDE-Fachberichte 1931, S. 24 (Anm.: Die Arbeiten von Faye-Hansen und Löbl sind unabhängig voneinander entstanden, jedoch im wesentlichen übereinstimmend. Die erstere entstand aus einer rechnerischen Berichtigung einer Arbeit des Verfassers [a. a. O.] und wurde im Februar 1931 brieflich der ETZ mitgeteilt).

Gleichung sofort lösbar. Sie lautet dann nämlich für die Glieder erster Ordnung

$$I_{11}^2 + 2\sum_{k>1} I_{i1} I_{k1} (\alpha_{11} - \alpha_{k1}) = I_{11}^2 \cos^2 \alpha_{11} (1 + \mathrm{tg}^2 \tilde{\alpha}_1) + 2\sum_{k>1} I_{11} I_{k1} \cos\alpha_{11} \cos\alpha_{k1} (1 + \mathrm{tg}\,\tilde{\alpha}_1\, \mathrm{tg}\,\alpha_k); \quad (2a)$$

sie hat offensichtlich die Lösungen

$$\cos\alpha_i = \cos\alpha_{i1}, \quad (3b)$$

d. h. die maßgebenden Leistungsfaktoren der Gleichrichter sind gleich den Leistungsfaktoren der Grundwellen der Ströme (d. h. gleich den „Verschiebungsfaktoren").

In bezug auf die allgemeine Lösung der Ausgangsgleichung (3) lassen sich zunächst Anhaltspunkte angeben für die Grenzen, innerhalb deren sich die $\cos\tilde{\alpha}_i$-Werte bewegen müssen. Es zeigt sich, daß stets

$$\lambda_{Ei} < \cos\tilde{\alpha}_i \leq \lambda_{Mi} \quad (4)$$

sein muß; es ist zu vermuten, daß die obere Grenze noch etwas niedriger, nämlich bei den $\cos\alpha_{i1}$-Werten, liegen könnte, jedoch läßt sich das noch nicht näher entscheiden, weil noch nicht geklärt ist, wie man über die $n-1$ offenen Nebenbedingungen zu verfügen hat. Faßt man jedenfalls die rechte Seite der Gleichung (3) als Funktion $f(\tilde{\alpha}_1, \tilde{\alpha}_2, \ldots, \tilde{\alpha}_n)$ auf, in der die Winkel $\tilde{\alpha}_i$ zwischen 0 und 90° liegen, so erkennt man, daß bei positiven I_{ik}-Werten die Funktion mit gleichmäßig wachsenden $\tilde{\alpha}_i$-Werten ständig wachsen muß. Hieraus folgt, daß für $\cos\tilde{\alpha}_i = \lambda_{Ei}$ die Funktion kleiner als die linke Seite von (3) und für $\cos\tilde{\alpha}_i = \lambda_{Mi}$ größer als die linke Seite von (3) sein muß; es hat den Anschein, als ob die letztere Bedingung sogar schon für $\cos\tilde{\alpha}_i = \cos\alpha_{i1}$ erfüllt wäre, aber, wie wir sagten, ist dies zunächst noch nicht sicher. Wir zeigen das in der folgenden Weise: Für

$$\cos\tilde{\alpha}_i = \lambda_{Ei} = \frac{I_{i1}}{I_i} \cos\alpha_{i1},$$

worin I_i den effektiven Strom des Verbrauchers bedeutet, soll sein

$$\sum_\nu \Big[\sum_\nu I_{i\nu}^2 + 2\sum_{k>i} I_{i\nu} I_{k\nu} \cos(\alpha_{i\nu} - \alpha_{k\nu})\Big] \leq \sum_i I_i^2 + 2\sum_{k>i} I_{i1} I_{k1} \cos\alpha_{i1} \cos\alpha_{k1} + 2\sum_{k>i} I_i I_k \sqrt{1 - \left(\frac{I_{i1}\cos\alpha_{i1}}{I_i}\right)^2} \sqrt{1 - \left(\frac{I_{k1}\cos\alpha_{k1}}{I_k}\right)^2}.$$

Spaltet man links den Wert $\nu = 1$ ab und berücksichtigt, daß der verbleibende Rest auf der linken Seite seinen kleinsten Wert für $\alpha_{i1} = 0$ hat, so verbleibt zu beweisen, daß

$$\sum_{\nu=2} \sum_{k>1} I_{i\nu} I_{k\nu} \cos(\alpha_{i\nu} - \alpha_{k\nu}) \leq \sum_{k>i} \sqrt{(I_i^2 - I_{i1}^2)(I_k^2 - I_{k1}^2)}$$

ist. Daß das der Fall ist, erkennt man beim Vergleich jedes Wertes für i und k, denn diese ergeben ins Quadrat erhoben

$$\Big[\sum_{\nu=2} I_{i\nu} I_{k\nu} \cos(\alpha_{i\nu} - \alpha_{k\nu})\Big]^2 \leq \sum_{\nu=2} I_{i\nu}^2 \sum_{\nu=2} I_{k\nu}^2,$$

was für jeden Wert von $\alpha_{i\nu} - \alpha_{k\nu}$ richtig ist.

Setzt man dagegen in Gleichung (3) $\cos\tilde{\alpha}_i = \cos\alpha_{i1}$ ein, so entsteht eine andere Bedingung, nämlich

$$\sum_\nu \Big[\sum_i I_{i\nu}^2 + 2\sum_{k>i} I_{i\nu} I_{k\nu} \cos(\alpha_{i\nu} - \alpha_{k\nu})\Big] \geq \sum_\nu I_{i1}^2 + 2\sum_{k>i} I_{i1} I_{k1} \cos(\alpha_{i1} - \alpha_{k1}).$$

Die rechte Seite ist jedoch gleich der linken Seite für $\nu = 1$. Der verbleibende Rest der linken Seite für $\nu = 2, 3, \ldots$ ist jedoch nichts anderes als das Quadrat des effektiven resultierenden Oberwellenstromes, welches immer positiv, d. h. auch > 0 ist. Die letzte Ungleichung gilt natürlich erst recht für $\cos\tilde{\alpha}_i = \lambda_{Mi}$, da $\lambda_{Mi} > \cos\alpha_{i1}$ ist.

Ob diese Schlußweise einwandfrei ist, läßt sich erst dann beurteilen, wenn man sicher ist, daß man sich alle $\cos\tilde{\alpha}_i$-Werte gleichmäßig wachsend denken darf. Im folgenden soll nun ein Vorschlag unterbreitet werden, welcher eine allen Verbrauchern „gerecht werdende" Annahme über die fehlenden Bedingungen zur allgemeinen Lösung der Gleichung (3) macht und für den die $\cos\alpha_{i1}$-Werte die obere Grenze der $\cos\tilde{\alpha}_i$-Werte werden.

Wir gehen davon aus, daß die resultierende Scheinleistung $\tilde{N}_r = \sqrt{\tilde{N}_{Wr}^2 + \tilde{N}_{Br}^2}$ aller Ersatzverbraucher gleich der resultierenden Scheinleistung N_r der wirklichen Verbraucher werden soll, d h. es soll $\tilde{N}_r = N_r$ sein. Außerdem sollen die Wirkleistungen der Ersatzverbraucher gleich den Wirkleistungen N_{Wi} der wirklichen Verbraucher sein, demnach muß die resultierende Wirkleistung $\tilde{N}_{Wr}$ aller Ersatzverbraucher gleich der Wirkleistung $N_{Wr} = \sum N_{Wi}$ aller wirklichen Verbraucher sein. Die resultierende Blindleistung $\tilde{N}_{Br}$ der Ersatzverbraucher ist nun definitionsgemäß gleich $\sum N_{Wi}\,\mathrm{tg}\,\tilde{\alpha}_i$, wenn $\cos\tilde{\alpha}_i$ wie oben den Leistungsfaktor des i-ten Ersatzverbrauchers bedeutet. Also ergibt sich

$$N_r^2 = N_{Wr}^2 + \Big(\sum_i N_{Wi}\,\mathrm{tg}\,\tilde{\alpha}_i\Big)^2$$

oder

$$\sum_i N_{Wi}\,\mathrm{tg}\,\tilde{\alpha}_i = \sqrt{N_r^2 - N_{Wr}^2}, \quad (5)$$

eine Beziehung, welche, ausführlich geschrieben, die Gl. (3) ergibt. Wir wissen nun, daß die $\mathrm{tg}\,\tilde{\alpha}_i$-Werte $\geqq$ den $\mathrm{tg}\,\alpha_{i1}$-Werten sein müssen. Daher machen wir den Ansatz

$$\mathrm{tg}\,\tilde{\alpha}_i = \mathrm{tg}\,\alpha_{i1} + \mathrm{tg}\,\delta_i, \quad (6)$$

worin die $\mathrm{tg}\,\delta_i$-Werte ein Maß für die „Verzerrungsleistungen" der Oberwellenströme der Verbraucher sein müssen. Da $\sum_i N_{Wi}\,\mathrm{tg}\,\alpha_{i1}$ die gesamte resultierende Blindleistung N_{Br} der wirklichen Verbraucher vorstellt, so wird

$$\sum_i N_{Wi}\,\mathrm{tg}\,\delta_i = \sqrt{N_r^2 - N_{Wr}^2} - N_{Br}.$$

Zur Lösung dieser an sich unbestimmten Gleichung für die n Unbekannten $\mathrm{tg}\,\delta_i$ gehen wir von der Vorstellung aus, daß es angemessen ist, den rechten, von der Gesamtverzerrungsleistung abhängigen Betrag auf die n Verbraucher gemäß ihren Einzel-Verzerrungsleistungen „umzulegen". Sind diese Einzel-Verzerrungsleistungen N_{Vi}, so schreiben wir als einfachste unter den möglichen Annahmen

$$N_{Wi}\,\mathrm{tg}\,\delta_i = \left(\sqrt{N_r^2 - N_{Wr}^2} - N_{Br}\right) \frac{N_{Vi}}{\sum_i N_{Vi}}$$

oder unter Verwendung der Beziehung (6)

$$\mathrm{tg}\,\tilde{\alpha}_i = \mathrm{tg}\,\alpha_{i1} + \left(\sqrt{N_r^2 - N_{Wr}^2} - N_{Br}\right) \frac{N_{Vi}}{N_{Vi} \sum_i N_{Vi}}. \quad (7)$$

Dies ist die Lösung des allgemeinen Leistungsfaktorproblems bei sinusförmiger Spannung für beliebig viele Verbraucher. Die Lösung erfüllt die Gleichung (3) bzw. (5), nach der die Ersatzverbraucher so gewählt sind, daß sie bei gleichen Wirkleistungen mit den gegebenen Verbrauchern die resultierende Scheinleistung am Generator erhalten, und sie erfüllt ferner die Bedingung, daß die Verzerrungsleistung am Generator auf die Verbraucher gemäß den Einzel-Verzerrungsleistungen „umgelegt" wird, so daß die Sinusstromverbraucher ihren Eigenleistungsfaktor auch als maßgebenden Leistungsfaktor behalten.

Drückt man noch $\mathrm{tg}\,\alpha_{i1} = N_{Bi}/N_{Wi}$ durch die Eigenblindleistung N_{Bi} und Eigenwirkleistung N_{Wi} aus, so wird

$$\mathrm{tg}\,\tilde{\alpha}_i = \frac{N_{Bi}}{N_{Wi}} + \frac{\sqrt{N_r^2 - N_{Wr}^2} - N_{Br}}{\sum_i N_{Vi}} \frac{N_{Vi}}{N_{Wi}}, \quad (7a)$$

ein Ausdruck, der nur noch meßbare Leistungsgrößen enthält.

Man kann die rechte Seite von Gl. (7) natürlich auch durch Leistungsfaktoren ausdrücken. Unter Verwendung der λ_E- und λ_M-Werte wird

$$\operatorname{tg}\tilde{\alpha}_i = \frac{\sqrt{1-\lambda_{Mi}^2}}{\lambda_{Ei}} + \frac{\sqrt{1-\lambda_{Er}^2} - \sqrt{1-\lambda_{Mr}^2}}{\sum\limits_i \xi_i \frac{\sqrt{\lambda_{Mi}^2-\lambda_{Ei}^2}}{\lambda_{Ei}}} \; \frac{\sqrt{\lambda_{Mi}^2-\lambda_{Ei}^2}}{\lambda_{Er}\,\lambda_{Ei}}. \qquad (7b)$$

Darin sind die Größen $\xi_i = N_{Wi}/N_{Wr}$ das Verhältnis der Einzelwirkleistungen zur gesamten resultierenden Wirkleistung.

Man kann dieselbe Gleichung auch unter Verwendung der von Krijger vorgeschlagenen Größen, des Verzerrungsfaktors λ_z und Verschiebungsfaktors λ_s schreiben. Dann wird, wieder unter Beachtung der Berichtigung von Kern,

$$\operatorname{tg}\tilde{\alpha}_i = \frac{\sqrt{1-\lambda_{si}^2}}{\lambda_s} + \frac{\sqrt{1-\lambda_{zr}^2\,\lambda_{sr}^2} - \lambda_{zr}\sqrt{1-\lambda_{sr}^2}}{\sum\limits_i \xi_i \frac{\sqrt{1-\lambda_{zi}^2}}{\lambda_{zi}\,\lambda_{si}}} \; \frac{\sqrt{1-\lambda_{zi}^2}}{\lambda_{zr}\,\lambda_{sr}\,\lambda_{zi}\,\lambda_{si}}. \qquad (7c)$$

Unter Verwendung der von Kern benutzten Bezeichnungsweise, der Faktoren $\cos\psi$ ($=\cos\Phi$ bei Löbl) und $\cos\varphi$, erhält man die übersichtlichste Schreibweise dieser Gleichungen, nämlich

$$\operatorname{tg}\tilde{\alpha}_i = \operatorname{tg}\varphi_i + \frac{\operatorname{tg}\psi_r - \operatorname{tg}\varphi_r}{\sum\limits_i \xi_i \sqrt{\operatorname{tg}^2\psi_i - \operatorname{tg}^2\varphi_i}} \sqrt{\operatorname{tg}^2\psi_i - \operatorname{tg}^2\varphi_i}. \qquad (7d)$$

Für das ursprünglich zur Diskussion gestellte Beispiel von zwei Verbrauchern ($n = 2$), unter denen der eine eine Grundbelastung mit Sinusstrom, der andere einen Gleichrichter vorstellte, nimmt die allgemeine Gl. (7a) die spezielle Form an:

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{tg}\tilde{\alpha}_1 &= \frac{N_{B1}}{N_{W1}} \quad \text{(Grundlast)} \\ \operatorname{tg}\tilde{\alpha}_2 &= \frac{1}{N_{W2}}\left(\sqrt{N_r^2 - N_{Wr}^2} - N_{B1}\right). \quad \text{(Gleichrichter)} \end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

Die erste Beziehung ist trivial, die zweite entspricht der von Löbl angegebenen Gleichung und stellt die einfachste Schreibweise dieser Gleichung dar.

Zusatz bei Korrektur: Eine Darstellung der Gleichungen durch die von Fryze[5] definierten Leistungsgrößen ist jedoch nicht möglich. Da Fryze durch Bildung einer neuen „Blindleistung" $N_B^* = \sqrt{N_B^2 + N_V^2}$ die Verzerrungsleistung „wegtransformiert" hat (es wird damit z. B. $N^2 = \sqrt{N_W^2 + N_B^{*2}}$), hat man zur Diskussion der Verhältnisse bei mehreren Verbrauchern je eine Variable zu wenig. Die Schwierigkeit der Lösung des Mehr-Verbraucher-Problems beruht doch eben darin, daß man zwar die Wirkleistungen und die bisher definierten Blindleistungen der Verbraucher addieren kann, nicht dagegen die Verzerrungsleistungen. Darin offenbart sich die wesentliche funktionelle Verschiedenheit der Verzerrungsleistung von den übrigen. Hierauf geht Fryze leider nicht ein, sondern behandelt lediglich das Ein-Verbraucher-Problem, über dessen Lösung kaum wesentliche Zweifel geherrscht haben. Solange daher Fryze kein Verfahren angibt, wie man mit Hilfe seiner Leistungsgrößen bei mehreren Verbrauchern die einzelnen Verbraucher zu bewerten hat (der gewöhnliche Leistungsfaktor N_W/N ist bekanntlich dazu ungeeignet), läßt sich der Wert seines Vorschlages noch nicht beurteilen.

[5] ETZ 1932, S. 596, 625, 700.

Leistungen und Kosten der Streckenförderung im Ruhrkohlenbergbau.

An Hand der Auswertungsergebnisse einer Rundfrage über den Förderbetrieb im Ruhrbergbau beschäftigt sich F. W. Wedding[1] mit den Fördermengenanteilen der verschiedenen Hauptstrecken-Fördermittel, ihren Leistungen und Kosten. Die gefundenen Zahlen enthält Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1.

Hauptstrecken-Fördermittel	Anteil an den geförderten Kohlenmengen %	Gesamtleistung Nutz-tkm	Anteil an der Gesamtleistung %	mittlere Leistung je Fördertag Nutz-tkm	mittl. Kosten je Fördertag RM	mittl. Kosten je Nutz-tkm RM
Fahrdrahtlokom.	53	6 885 217	59	475	49	0,104
Druckluftlokom.	28	3 243 112	27,5	400	71	0,176
Akkumulatorenlokomotive . .	1	126 356	1	500	88	0,175
Benzollokom. .	5	460 361	4	250	53	0,213
Rohöllokomot. .	2	257 498	2	585	69	0,134
Seilförderungen	10	725 384	6	815	37	0,222
Pferde	1	55 384	0,5	29	11	0,386

Die Abhängigkeit der Kosten je Nutz-tkm von der auf jedes Hauptstrecken-Fördermittel entfallenden arbeitstäglichen Leistung stellt Abb. 1 dar; hierbei sind im Ge-

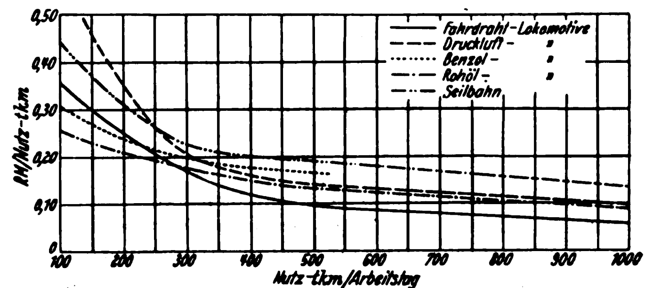


Abb. 1.

gensatz zu früheren Untersuchungen auch die Kosten für die Instandhaltung der Förderwege herangezogen worden. Die Fahrdraht-Lokomotivförderung erweist sich hiernach als die billigste, sobald die Leistungen 275 Nutztkm arbeitstäglich erreichen. Mit der Motorengröße geht man bei Fahrdrahtlokomotiven neuerdings bis auf 82 PS, während eine Leistungssteigerung bei den Druckluftlokomotiven sich wegen des beschränkten Raumes auf der Lokomotive nur sehr schwer durchführen läßt. Bemerkenswert ist, daß hinsichtlich der mittleren Kosten je Nutz-tkm die Rohöllokomotive an zweiter Stelle steht. Über die Fördermengenanteile, Leistungen und Kosten der Abbau-Fördermittel gibt Zahlentafel 2 Aufschluß.

Zahlentafel 2.

Abbaustrecken-Fördermittel	Kohlenförderung insgesamt t	Anteil in %	mittlere arbeitstägl. gef. Kohlenmenge t	mittlere arbeitstägliche Leistung Nutz-tkm	Kosten je Fördertag RM	Kosten je Nutz-tkm RM
Schlepper . . .	2 020 615	32	19	29	7,80	2,70
Pferde	858 886	14	48	19	10.40	0,53
Streckenhaspel .	1 689 893	28	35	13	8,30	0,64
Seilbahnen . .	339 303	5	56	22	12,70	0,59
Druckluftlokom.	442 991	7	105	69	37,85	0,55
Akkumulatorenlokomotive . .	202 164	3	127	110	39,35	0,36
Streckenrutschen . . .	377 724	6	87	—	28 } je 100 m	0,22 } je t
Streckenförderbänder . . .	317 700	5	293	—	61 } je 100 m	0,33 } je t

Wie man sieht, liegen dank der sehr hohen mittleren Leistungen die Kosten der Akkumulatorenlokomotiven mit 0,36 RM/tkm und der Förderbänder mit 0,33 RM/tkm sehr günstig. Als Abbaufördermittel beherrscht die Schüttelrutsche nach wie vor das Feld. Zur Erhöhung der Förderleistung bei flachwelliger oder totsöhliger Lagerung sowie bei Beförderung von tonhaltigem oder feuchtem Gut sucht man sich dadurch zu helfen, daß man den vorhandenen Schüttelrutschenmotor durch einen zweiten, parallel mit ihm arbeitenden unterstützt. Verfasser ist der Ansicht, daß trotz der bestehenden Arbeitslosigkeit eine weitere Mechanisierung des Förderbetriebes notwendig ist. *Ka.*

[1] Glückauf Bd. 67, S. 1317.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 315.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden den Systemen 98 und 109 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht:

I. Zusatz zu System 98, die Form EMe, Induktionszähler für Drehstrom ohne Nulleiter,

II. Zusatz zu System 98, die Formen EMeH und EMeHK, Induktionszähler für Drehstrom ohne Nullleiter,

III. Zusatz zu System 109, die Form EM4e, Induktionszähler für Drehstrom mit Nulleiter,

sämtlich hergestellt von den **Aronwerken Elektrizitäts-Aktiengesellschaft** in Berlin-Charlottenburg.

Berlin-Charlottenburg, den 24. V. 1932.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

I. Zusatz zu System 98,

die Form EMe, Induktionszähler für Drehstrom ohne Nullleiter, hergestellt von den Aronwerken Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Berlin-Charlottenburg.

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 139 vom 16. VII. 1921 (ETZ 1921, S. 1070) und Nr. 196 vom 21. III. 1925 (ETZ 1925, S. 774) zur Beglaubigung zugelassenen Drehstromzähler der Form EM des Systems 98 werden in einer geänderten Ausführung unter der Formbezeichnung EMe hergestellt und können in dieser Ausführung für Nennstromstärken von 3 ... 100 A, für Nennspannungen bis 600 V und für Nennfrequenzen von 40 ... 60 Hz beglaubigt werden. Die Zähler der Form EMe unterscheiden sich von denen der Form EM in folgenden Punkten.

1. Die Wicklung der Spannungsspulen der Zähler sowie der Stromspulen für Zähler bis 30 A Nennstromstärke ist geändert.
2. Die Zähler aller Nennstromstärken besitzen zwei Bremsmagnete.
3. Der Durchmesser der Ankerscheiben ist erhöht; dementsprechend sind die Triebeisen weiter nach außen gesetzt.
4. Bei den Zählern für Nennstromstärken bis 15 A sind an jedem der messenden Systeme die beiden Stromeisenzinken mit einer als Sauglasche bezeichneten Eisenlasche teilweise magnetisch überbrückt.
5. Die Triebeisen der Zähler aller Nennstromstärken besitzen nicht geschlitzte, an den Stromeisenzinken nicht anliegende Polbügel.
6. Die Abgleichung der Triebsysteme auf gleiche Zugkraft erfolgt mit einer Eisenlasche, die drehbar und durch Schrauben feststellbar mit dem Eisenkern verbunden ist und den motorisch unwirksamen Luftspalt des Spannungstriebeisens mehr oder weniger magnetisch zu überbrücken gestattet.
7. Die Vorrichtung zur Reibungskompensation besteht aus einem Eisenflügel, der mit einer am Spannungseisen befestigten Messinglasche streng drehbar vernietet ist.

Die untersuchten Zähler hatten bei Nennlast ein durchschnittliches Drehmoment von etwa 13,0 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,3 ... 0,4 % des Nennstromes an. Die Drehzahl der Zähler betrug 26 bis 32 U/min bei Nennlast. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 74 g ermittelt. Der Eigenverbrauch betrug in den Stromkreisen durchschnittlich 2 · 0,95 W bei 10 A und 2 · 2,81 W bei 100 A Nennstromstärke, in den Spannungskreisen etwa 2 · 0,99 W bei 220 V und etwa 2 · 1,14 W bei 500 V Nennspannung, und zwar bei der Frequenz 50 Hz.

II. Zusatz zu System 98,

die Formen EMeH und EMeHK, Induktionszähler für Drehstrom ohne Nulleiter, hergestellt von den Aronwerken Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Berlin-Charlottenburg.

Die Zähler der Form EMeH sind eine abgeänderte Ausführungsform der durch die Bekanntmachung Nr. 213 vom 2. III. 1926 (ETZ 1926, S. 558) für die Nennstromstärke 5 A, für die Nennspannungen 100 und 110 V und für Nennfrequenzen von 40 ... 60 Hz zur Beglaubigung zugelassenen Drehstromzähler der Form EMH des Systems 98. Die Zähler der Form EMeH können ebenfalls für die genannten Meßbereiche beglaubigt werden und unterscheiden sich von den Zählern der Form EMH in den gleichen Punkten, wie oben unter I 5, 6 und 7 für die Zähler der Form EMe angegeben ist. Außerdem ist die Bewicklung der Stromspulen geändert.

Die Zähler können auch dann beglaubigt werden, wenn sie mit einer eingebauten Kontaktvorrichtung für Fernmeßzwecke und einer Rücklaufhemmung versehen sind. Sie führen in dieser Ausführung die Formbezeichnung EMeHK. Die Kontaktvorrichtung besteht aus zwei Schnecken, die auf der Ankerachse festgeschraubt sind und zwei mit Silberkontakten versehene Hebel in der Weise steuern, daß bei jeder Umdrehung der Zählerachse die beiden Hebel einmal Kontakt miteinander machen und so einen Relaisstromkreis, in welchem sie liegen, zum Ansprechen bringen. Die Rücklaufhemmung der Zähler sitzt an der Ankerachse und ist so eingestellt, daß bei rücktreibendem Drehmoment des Zählers die Kontakte der Kontaktvorrichtung geöffnet bleiben. Seitlich am Gehäuse der Zähler befindet sich ein Zusatzklemmenstück zum Anschluß der Zuleitungen zu dem Fernmeßapparat. Letzterer ist in die Zulassung zur Beglaubigung nicht miteinbegriffen.

Die untersuchten Zähler hatten ein Drehmoment von durchschnittlich 17,0 cmg bei Nennlast. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,3 ... 0,4 % des Nennstromes an. Die Drehzahl der Zähler betrug etwa 29 U/min bei Nennlast. Das Ankergewicht wurde zu 74 g (bei Form EMeH) bzw. zu 84 g (bei Form EMeHK) ermittelt. Der Eigenverbrauch betrug in den Stromkreisen durchschnittlich 2 · 0,62 W und in den Spannungskreisen etwa 2 · 1,39 W bei 110 V Nennspannung, und zwar bei der Frequenz 50 Hz.

III. Zusatz zu System 109,

die Form EM4e, Induktionszähler für Drehstrom mit Nullleiter, hergestellt von den Aronwerken Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Berlin-Charlottenburg.

Die durch die Bekanntmachungen Nr. 161 vom 13. III. 1923 (ETZ 1923, S. 412) und Nr. 196 vom 21. III. 1925 (ETZ 1925, S. 774) zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für Drehstrom mit Nulleiter der Form EM4 des Systems 109 werden in einer geänderten Ausführung unter der Formbezeichnung EM4e hergestellt und können in dieser Ausführung für Nennstromstärken von 3 bis 150 A, für Nennspannungen bis 450 V (verkettet) und für Nennfrequenzen von 50 ... 60 Hz beglaubigt werden. Die Zähler der Form EM4e weisen gegenüber den Zählern der Form EM4 die gleichen Unterscheidungsmerkmale auf, wie sie oben unter I 1, 2, 4, 5, 6 und 7 für die Zähler der Form EMe angegeben sind. Außerdem ist das auf die untere Triebscheibe wirkende Triebsystem etwas nach außen gerückt worden. Ferner ist bei den Zählern der Form EM4e der Drehfeldausgleichflügel (wie ihn die Zähler der Form EM4 besitzen) durch eine verdrehbare und mittels einer Schraube feststellbare Eisenlasche ersetzt.

Die untersuchten Zähler hatten ein Drehmoment von durchschnittlich 13,0 cmg bei Nennlast. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,3 % des Nennstromes an. Die Drehzahl der Zähler betrug 25 ... 33 U/min bei Nennlast. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 68 g ermittelt. Der Eigenverbrauch betrug in den Stromkreisen durchschnittlich 3 · 0,48 W bei 5 A und 3 · 3,87 W bei 150 A Nennstromstärke, in den Spannungskreisen durchschnittlich 3 · 0,80 W bei 220/380 V Nennspannung.

[1] Reichsministerialblatt 1932, S. 311.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Das asynchrone Drehmoment polunterbrochener Käfigwicklungen. — K. Dokupil will in seiner Doktordissertation die asynchronen Drehmomentverhältnisse polunterbrochener Käfige, wie sie in Synchronmotoren, Einankerumformern und zuweilen auch Turbogeneratoren zum asynchronen Anlauf Verwendung finden, anschaulich darstellen, und unter Anlehnung an die übliche Berechnung normaler Vollkäfige für die Bestimmung der Drehmomente polunterbrochener Käfige mit zulässigen Vereinfachungen praktisch brauchbare Berechnungsformeln aufstellen.

Eingangs wird das beim asynchronen Anlauf auftretende Drehfeld in Maschinen mit ausgeprägten Polen und unterbrochenem Käfig untersucht, wobei sich zeigt, daß das Drehmoment verursachende Feld in erster Annäherung ein rein elliptisches Drehfeld ist, dessen beide Achsen in bezug auf die Käfigachsen während des Anlaufes festbleiben. Weiter vergleicht der Verfasser mit dem von einem reinen Drehfeld hervorgerufenen Drehmoment eines normalen Vollkäfigs einer Asynchronmaschine das Drehmoment von polunterbrochenen Käfigen verschiedener Käfigbedeckung, wobei zunächst die Kurzschlußringe ohne Widerstand und Reaktanz angenommen werden. Die aufgestellten Drehmomentkurven zeigen anschaulich, daß das asynchrone Drehmoment polunterbrochener Käfige während eines elektrischen Umlaufes des Drehfeldes pulsiert, u. zw. zweimal in dieser Zeit ein Maximum und Minimum annimmt. Darauf wird ein Spannungsfaktor errechnet, mit dessen Hilfe nach Aufstellung von Berechnungsformeln für den Widerstand und die Reaktanz die Stromaufnahme des polunterbrochenen Käfigs in Abhängigkeit von der Stellung der Drehfeldamplitude zur Käfigachse sich ermitteln läßt. Hieraus ergibt sich eine Formel für die Berechnung des asynchronen Drehmomentes aus der Energieaufnahme des Käfigs. Dabei werden jedoch die Besonderheiten polunterbrochener Käfige gegenüber normalen Vollkäfigen berücksichtigt. Dies drückt sich dadurch aus, daß ein elliptisches Drehfeld auftritt, welches in der Formel durch ein drehmomentgleiches reines Drehfeld bzw. durch eine diesem äquivalente EMK ersetzt wird, daß Widerstand und Reaktanz des polunterbrochenen Käfigs sich mit der Stellung der Drehfeldamplitude zur Käfigachse ändern, und daß endlich durch den vorher abgeleiteten Spannungsfaktor die ebenfalls von der Stellung der Drehfeldamplitude zur Käfigachse abhängige Flußverkettung der Käfigstäbe berücksichtigt wird. Für die Berechnung des Mittelwertes des Drehmoments ist vorher ein Mittelwert des Käfigwiderstandes und der Käfigreaktanz abgeleitet.

Ferner untersucht der Verfasser den vom Käfig hervorgerufenen Amperewindungsbelag und zerlegt denselben in mit dem Grundfeld gleichläufige und inverse Drehfelder. Die inversen Drehfelder können bei motorischem Betrieb mit der Netzwicklung, in der sie netzfrequenzfremde Spannungen induzieren, ihrerseits ein beachtliches asynchrones Drehmoment hervorrufen und eventuell kurz nach ihrem Synchronismus zur Netzwicklung beträchtlich bremsend wirken. Aus den Grundbeziehungen für das inverse Feld erster Ordnung, welches bekanntlich nach der halben Drehzahl der Netzfrequenz bremsend wirkt (Görgesphänomen), geht klar hervor, daß die Größe dieses inversen Feldes nur bei Turboläufern und Asynchronmaschinen mit konstantem Luftspalt, dagegen nicht bei Maschinen mit ausgeprägten Polen beachtlich wird. Zur Berechnung des Drehmomentes dieser vom Käfigstrombelag stammenden Oberfelder wird eine Beziehung aufgestellt. Am Schluß des theoretischen Teiles wird auch noch der Magnetisierungstrom, welcher sich je nach Lage der induzierenden Phase zur Polachse oder Pollücke ändert, untersucht, und zur Erleichterung seiner Berechnung sind für Maschinen mit ausgeprägten Polen und konzentrischem Luftspalt Kurven angegeben. Den Schluß der Abhandlung bildet ein Berechnungsbeispiel an einem Einankerumformerkäfig. (K. Dokupil, Dissertation 1931, T. H. Breslau.)

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein genaues und schnelles Verfahren zur Messung von Frequenzen von 5 ... 200 Hz. — Im Bureau of Standards mußten die Schwebungsfrequenzen zwischen je zwei Kristall-Oszillatoren möglichst genau bestimmt werden. Ausgehend von einer einfacheren Schaltung, die heute für die Anzeigegeräte des Impulsfrequenz-Fernmeßverfahrens allgemein verwendet wird, wurde schließlich die in Abb. 1 dargestellte Kompensationsschaltung benutzt. Die Wechselstromquelle *A* wird an die Spule *F* eines polarisierten Relais gelegt, das bis zu 200 Schaltungen in der Sekunde einwandfrei ausführen kann, also in jeder Periode die Kontakte *1* und *2* einmal schließt. Bei Stellung *1* wird der Kondensator *C* über den Widerstand *W* aus der Batterie *D* geladen, in Stellung *2* über den Widerstand *R* entladen, an dem eine pulsierende Gleichspannung besteht. Dieser entgegengesetzt wird die Batterie *B* über den Spannungsteiler *S*, über das Nullgalvanometer *G* und den Widerstand *r* geschaltet. Durch Verändern des Gleitkontaktes kann man an dem Widerstand *S* die Strecke s_1 abgreifen, bei der das Galvanometer auf Null steht. Diese Strecke s_1 ist unter gewissen Voraussetzungen für die Bemessung der Widerstände proportional der gesuchten Frequenz. Man hat die Einrichtung (konstante Spannung der Batterien *D* und *B* vorausgesetzt) nur einmal, z. B. für etwa 100 Hz, mit einer Normalstimmgabel zu eichen und kann dann alle Frequenzen zwischen 5 und 200 Hz direkt an dem Widerstand *S* ablesen. Unter 5 Hz wird das Nullgalvanometer zu unruhig, es ist dann besser, die Schwebungen auszuzählen. Die Messung ist nach der Genauigkeit des Spannungsteilers auf 0,025 Hz genau; wiederholte Messungen der gleichen Frequenz stimmen auf 0,01 Hz überein. Die Proportionalität der Frequenz mit dem abgegriffenen Widerstand wurde in der Weise kontrolliert, daß ein Doppelgenerator für 10 und 100 Hz wechselweise bei der gleichen Drehzahl des Ankers benutzt wurde, ohne daß ein merkbarer Fehler auftrat. (N. P. Case, Bur. Stand. J. Res. Bd. 5, S. 237.) *Kth.*

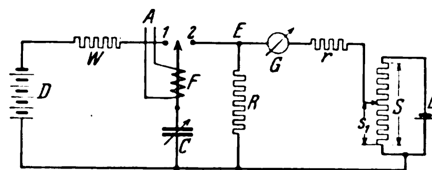


Abb. 1. Schaltung zu genauer Frequenzmessung.

Messung hoher Spannungen mittels kapazitiver Spannungsteilung. — Die Meßgenauigkeit kapazitiver Teilerschaltungen, die für Hochspannungsmessungen verwendet werden sollten, wurde an entsprechenden Niederspannungs-Anordnungen nachgeprüft. An die zu messende Wechselspannung *U* wurden zwei Kondensatoren C_1 und C_2 in Reihe gelegt; die Teilspannung von C_2 wurde mittels statischen Gerätes gemessen. Beim Abschalten verbleibt zuweilen auf den Kondensatoren eine Restladung, die in den beiden Kapazitäten verschieden rasch abklingt und sich in einer darauf folgenden Messung wie eine *U* überlagerte Gleichspannung auswirkt. Bei Hochspannungsmessungen ist dieser Übelstand praktisch nicht zu erwarten. Legt man parallel zu C_2 über eine Ventilröhre einen weiteren Kondensator C_3, dessen Spannung U_3 mittels statischen Gerätes gemessen wird, so kann U_3 zur Bestimmung des Scheitelwertes von *U* ausgewertet werden. Zu beachten ist, daß die der Aufladung von C_3 (Gleichladung!) entsprechende Gegenladung $U_3 C_3$ sich auf C_2 ansammelt und so das Teilverhältnis verschiebt. Hat *U* den Scheitelfaktor *s*, so wird

$$U_2 = \sqrt{\left(\frac{U\,C_1}{C_1 + C_2}\right)^2 + \left(\frac{U_3\,C_3}{C_1 + C_2}\right)^2}$$

$$U_3 = \frac{s\,U\,C_1}{C_1 + C_2 + C_3}.$$

Man vermeidet diese Verschiebung durch Parallelschaltung eines Widerstandes R_2 zu C_2, der die Entstehung der störenden Gleichladung verhindert. Dadurch ändert sich das Teilverhältnis, so daß für Sinusspannung $U_2/U = C_1/k\,(C_1 + C_2)$ wird mit

$$k = 1 - 1\,[\omega\,R_2\,(C_1 + C_2)]^2 \cdot 2\,;$$

k liegt meist so nahe bei 1, daß es praktisch vernachlässigt werden kann, und die Spannungsteilung gestattet dann bequeme Ermittelung von *U* und *s* aus U_2 und U_3.

Fehler entstehen durch die Kapazität K des Ventils (einschließlich Heizbatterie und Schaltungen), die C_3 vorgeschaltet ist, durch die Ableitung R_3 des Kondensators und Meßgerätes parallel zu C_3 und durch die Abweichung der Eigenschaften des Ventils von den idealen Bedingungen. K bewirkt, daß — in guter Annäherung — die abgelesene Spannung U_3 sich darstellt als

$$\frac{s\,U\,C_1}{C_1 + C_2}\,[1 - K/C_3 - K/(C_1 + C_2)]$$

und daß

$$U_2 = \frac{U\,C_1}{C_1 + C_2 + C_3\,K/(C_3 + K)}$$

wird. Durch Wahl genügend großer Teilerkapazitäten C_1, C_2 und C_3 lassen sich die Abweichungen gegenüber dem einfachen Teilungsverhältnis sicher verhältnismäßig klein halten. Ein der Ableitung in R_3 entsprechender Strom muß durch R_2 fließen, so daß sich hier eine Gleichspannung $U_3 \cdot R_2/R_3$ überlagert, die jedoch durch Wahl eines hinreichend kleinen R_2 unschädlich gemacht werden kann, ohne daß k allzu sehr von 1 abweicht. Der Einfluß von R_3 auf die Ablesung von U_3 wird für verschiedene Kurvenformen zeichnerisch verfolgt; praktisch sind keine größeren Fehler als 0,2 % zu erwarten. Dieser und die vorerwähnten Fehler lassen sich sehr klein halten und mit genügender Genauigkeit im Bedarfsfalle ermitteln. Doch darf R_3 auch nicht allzu klein gemacht werden, damit U_3 einem Abfall von U zu folgen vermag. Die Messungen zeigten sich in bester Übereinstimmung mit den Berechnungen; durch die Unvollkommenheiten des Ventils wurde ein Fehler von etwa 0,1 % hervorgerufen.

Zum Vergleich wurde auch die Scheitelwertmessung mittels Gleichrichtung des Ladestromes eines Kondensators (wie beim Häfely-Meßgerät[1]) herangezogen. Hier spielen die Eigenschaften der verwendeten Ventilröhre in der Nähe der Anodenspannung Null eine große Rolle, doch kann durch Wahl eines hinreichend großen Vorschaltkondensators dieser Fehler klein gehalten werden. Bei stark verzerrten Kurven mit Unterschneidungen versagt diese Schaltung; die in dieser Hinsicht zuverlässigere Schaltung mit umlaufendem Gleichrichter wird nicht erwähnt. Die beiden Meßverfahren ergaben gute Übereinstimmung der gemessenen Scheitelwerte, so daß für derartige Messungen eine erhebliche Genauigkeit von 0,1 ... 0,2 % zu erreichen sein soll. (Die praktisch größeren Schwierigkeiten, die der Hochspannungskondensator C_1 hinsichtlich seines Aufbaues und seiner Zuverlässigkeit und Eichung bereitet, bleiben leider unerwähnt; hier können leicht Fehler in die Messung geraten, die erheblich größer sind als die oben besprochenen.) (R. Davis, G. W. Bowdler u. W. G. Standring, J. Instn. electr. Engr. Bd. 68, S. 1222.) *Stk.*

Apparate.

Gesicherte Lichtbogenhörner. — Die Entwicklung lichtbogensicherer Hängeketten sowie das Bestreben, Wanderwellen möglichst noch auf der Leitung unschädlich zu machen, führten zu einer Sonderausführung der Kettenarmaturen. Der untere Armaturenring einer Hängekette ist, wie in Amerika meist üblich, aus ziemlich scharfkantigem Rechteckprofil konstruiert. (Die dadurch erzielte Dämpfung hoher Wellen durch Raumladung ist sehr erheblich. Anm. d. Berichters.) Der obere Ring der Armatur wird durch einen Stern von 1 ... 4 Fiberrohren gebildet, welche etwa unter 45 ° gegen die Horizontale geneigt und im Innern als Schmelzsicherung ausgerüstet sind. Der Überschlagweg von dem Rand des unteren Armaturenringes zu der unteren Abschlußklappe der Sicherung muß rd. 80 % des nächstgünstigen Weges betragen, um das Ende der Sicherung zu einem einwandfrei bevorzugten Lichtbogen-Fußpunkt zu machen. Die Sicherung ist durch eine Feder vorgespannt. Trifft nun eine Wanderwelle auf die Kette, deren Höhe ausreicht, die Luftstrecke zu überschlagen, so faßt der Lichtbogen Fuß an einer Sicherung, diese brennt ab, die im Rohr entstehenden Gase bewirken eine eilige Löschung des Lichtbogens. Nach Oszillogrammen erfolgte diese Löschung nach 1 ... ½ Perioden. Da mehrere Sicherungen an einer Kette hängen, muß die Auswechslung der Sicherungsrohre erst erfolgen, wenn alle Sicherungen durchgebrannt sind. Solche gesicherten Lichtbogenhörner sind in Amerika in 13 Netzen von 66 bis 110 kV eingebaut. Sie haben sich gut bewährt[2]. Neuere Untersuchungen ergaben, daß die untere Grenze des Erdschlußstromes 200 A betrage, bei welcher die Sicherungen noch gut arbeiten; Ströme bis zu 5100 A wurden abgeschaltet. Die Sicherungshörner finden nicht nur als verteilter Leitungschutz Verwendung, sondern sie dienen auch als Schutzfunkenstrecken vor Stationen, welche durch Leitungen mit verstärkter Isolation gespeist werden. Aus begreiflichen Gründen wird vom Ausbau der sonstigen Ableiter abgeraten. Beim Einbau der Sicherungshörner muß auf die Schaltung des Netzes Rücksicht genommen werden. (Trotz der guten Betriebserfahrungen mit der Lichtbogensicherung wird die Notwendigkeit des Auswechselns der Sicherungen sehr nachteilig empfunden. Es sind deshalb in Amerika neuerdings Arbeiten im Gange, die Schmelzsicherung durch eine Löschkammersicherung[1] zu ersetzen. Anm. des Berichters.) (H. A. Frey und E. M. Skipper. Vortrag vor dem Amer. Inst. electr. Engr., Springfield, Mass., Mai 1930.) *Hlz.*

[1] Vgl. ETZ 1929, S. 95.

[2] P. Stewart, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 48, S. 891 (1929).

Beleuchtung.

Die lichttechnischen Grundlagen der Projektionstechnik. — Über die lichttechnischen Voraussetzungen zur Erzielung lichtstarker Bilder und günstiger Wirkungsgrade bei Projektionsapparaturen berichtete Helmuth Schering, Dresden, in einem Vortrag am 31. III. in der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft. Er unterschied dabei die Dia- und Kinoprojektion, bei der das an der Bildwand zu entwerfende durchsichtige Objekt durchleuchtet wird, von der Epiprojektion, bei der das undurchsichtige Objekt beleuchtet wird. Die Projektionsapparatur setzt sich grundsätzlich aus dem Kondensor (Lichtsammler) und dem Objektiv zusammen. Bei der Diaprojektion wird ein Objekt von 6000 ... 9000 mm² Oberfläche (Diapositive) durchleuchtet. Deshalb muß es möglichst nahe am Kondensator sitzen, da dort das Lichtbündel den größten Durchmesser hat. Bei der Kinoprojektion wird ein Objekt von etwa 410 ... 58 mm² Fläche (Filme) durchleuchtet. Deshalb muß es möglichst nahe am Objektiv liegen, da dort das Lichtbündel einen kleineren Durchmesser hat. Der Kondensor soll möglichst viel von dem von der Lichtquelle ausgehenden Lichtstrom sammeln und ins Objektiv drängen. Der Wirkungsgrad der Apparatur ist also im wesentlichen vom Öffnungswinkel des Kondensors (Verhältnis des Durchmessers des Kondensors zu seinem Abstand von der Lichtquelle) abhängig. Je größer also dieses Verhältnis ist, desto mehr Lichtstrom wird erfaßt. Die Lichtverluste im Linsensystem durch Absorption im Glas betragen etwa 40 ... 60 %. Der Gesamtwirkungsgrad der Dia- und Kinoprojektionsapparate schwankt zwischen 22 und 5 %.

Bei der Epiprojektion liegt der Wirkungsgrad bedeutend niedriger (0,3 ... 0,5 %). Das liegt daran, daß das Objekt zunächst beleuchtet wird und den empfangenen Lichtstrom je nach der Größe seines Reflexionsvermögens mehr oder weniger nach allen Seiten diffus zurückstrahlt. Das Objektiv erfaßt aber nur einen kleinen Teil dieses zurückgestrahlten Lichtstromes. Es muß also hier der Öffnungswinkel des Objektivs zur Erreichung günstiger Wirkungsgrade genügend groß gestaltet werden. Zur Beleuchtung des Objekts gibt es zwei Methoden:

1. Über das Objekt wird eine weiß gestrichene Halbkugel gestellt, die mit Glühlampen ausgestattet ist. Durch mehrfache Reflexion an der weißen Kugelwand wird auf dem Objekt eine gleichmäßig hohe Beleuchtungsstärke erzielt (Prinzip der Ulbrichtschen Kugel).
2. Das Objekt wird mit kleinen Scheinwerfern beleuchtet. Dabei ist es aber schwieriger, eine möglichst gleichmäßige Beleuchtungsstärke zu erzielen. Die absolute Beleuchtungsstärke ist aber höher als die bei der Beleuchtung mit diffusem Licht nach der ersten Methode erhaltene.

Bei der Epiprojektion erhält man Bilder, die nicht so kontrastreich wie die bei der Dia- und Kinoprojektion sind. Die Gründe liegen zum Teil an einem Überstrahlungseffekt bei der Epiprojektion und dem Calliereffekt bei der Dia- und Kinoprojektion.

In großen Kinotheatern ist meistens eine größere Beleuchtungsstärke der Bildwand notwendig, da die großen Theater durch Zusatzbeleuchtung (Notbeleuchtung u. a.) stärker aufgehellt sind als die kleinen Kinotheater. Seit Einführung des Tonfilms ergibt sich außerdem die Notwendigkeit, die Beleuchtungsstärke auf der Bildwand

[1] J. J. Torok, An Experimental Lightning Protector for Insulators. Paper, presented at the Winter Convention of the Amer. Inst. electr. Engr., New York, Jan. 1931. Referat: ETZ 1932, S. 585.

noch weiter zu erhöhen, da das Reflexionsvermögen der schalldurchlässigen Wände etwa 20 % niedriger als das von festen Wänden ist. (Helmuth Schering, Vortrag Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft, Berlin März 1932.) *Ple.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Wirtschaftlichkeit des Leitungsbusbetriebes auf der Strecke Mettmann—Gruiten. — Vom Tage der Eröffnung an bis heute hat sich der Betrieb Mettmann—Gruiten[1] ohne Störung mit größter Pünktlichkeit und Sicherheit abgewickelt. Selbst als der Straßenbahnbetrieb infolge Unwetters und starken Schneefalls gestört wurde und vorübergehend auch stillgelegt werden mußte, hat der Leitungsbus seine Fahrten planmäßig durchführen können. Diese Zuverlässigkeit, verbunden mit sonstigen Annehmlichkeiten, hat verkehrswerbend gewirkt und das Verkehrsmittel allgemein beliebt gemacht. Gegenüber dem Vorjahre, als noch der Benzinomnibus verkehrte, ist bei gleichem Fahrplan durchschnittlich eine Verkehrsteigerung von 20 % eingetreten.

Insgesamt wurden von zwei Wagen nur 34 794,5 Wgkm geleistet. Es handelt sich hier mehr um eine Zubringerlinie zur Reichsbahn (Reichsbahnhof Gruiten) als um Lokalverkehr. Mit acht Fahrten am Tage ist das Verkehrsbedürfnis befriedigt. Es ist einleuchtend, daß aus diesem Grunde die Wagen nicht so ausgenutzt werden können, wie man es sich vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit aus wünscht, und daß die sog. festen Kosten verhältnismäßig hoch liegen. Bei größeren Verkehrsleistungen stellen sich die Betriebsausgaben ganz wesentlich niedriger. So dürften z. B. die Betriebsausgaben bei vierfacher Verkehrsleistung (16 h-Betrieb; Halbstundenverkehr) sich auf etwa 38 ... 40 Pf/Wgkm stellen.

Die reinen Betriebskosten betrugen im ersten Wirtschaftsjahr 57,7 Pf gegenüber 68,8 Pf beim Benzinomnibus. Hierbei ist zu beachten, daß es sich bei dem Leitungsbus um einen dreiachsigen Wagen mit 30 Sitz- und 17 Stehplätzen (Höchstzahl 53) bei einem Leergewicht von 8200 kg handelt; bei dem Benzinomnibus um ein zweiachsiges Fahrzeug (Type Vomag) mit 20 Sitzplätzen bei einem Gewicht von 6595 kg.

Die Betriebskosten setzen sich im einzelnen wie folgt zusammen:

	Oberl.-Omnibus		Benzin-Omnibus	
	M	Pf/Wgkm	M	Pf/Wgkm
1. Verwaltungs- u. Handlungsunkosten	2 589,05	7,4	2 589,05	7,4
2. Betriebsunkosten	6 826,55	19,6	6 970,30	20,3
3. Strom- u. Betriebstoffkosten	3 667,30	10,6	5 665,07	16,3
4. Schmiermittel	63,14	0,2	827,07	2,4
5. Bereifungskosten	2 087,67	6,0	2 783,56	8,0
6. Wagenunterhaltungskosten	604,21	1,7	1 200,—	3,4
7. Streckenausrüstungs-Unterhaltungskosten	465,75	1,3	—	—
8. Steuern und Abgaben	2 044,85	5,9	2 415,68	6,9
9. Versicherungskosten und Unfallschäden	1 747,85	5,0	1 429,32	4,1
	20 096,37	57,7	23 880,05	68,8

Die Einnahmen des Leitungsbus betrugen 93 Pf je Wgkm gegenüber 79,9 Pf bei Benzinbetrieb im Vorjahr. Der Rohüberschuß findet Verwendung für Abschreibung und Verzinsung. Die Betriebstoffkosten waren bei dem vorerwähnten neuzeitlichen Benzinomnibus rd. 209 % höher als beim Leitungsbus, wobei der Strompreis mit 7 Pf/kWh und der Brennstoffpreis mit 36,5 Pf/l eingesetzt wurde.

Die festen Kosten, z. B. Verwaltungs- und Handlungsbetriebsunkosten (Löhne), Streckenausrüstungs-Unterhaltungskosten, liegen wegen der geringen Fahrleistung naturgemäß höher als bei günstigeren Betriebsverhältnissen. Sie sind immerhin noch als günstig zu bezeichnen gegenüber den Kosten bei Omnibusbetrieb mit Verbrennungsmotor. Da bei der Strecke Mettmann—Gruiten anormale Verhältnisse vorliegen, können die Betriebsziffern keinen Vergleichsmaßstab bilden; das Ergebnis der Leitungsbuslinie Idar—Tiefenstein, die inzwischen dem Betrieb übergeben wurde, wird sich in dieser Beziehung wohl eher zu Vergleichszwecken heranziehen lassen.

Immerhin ist das Ergebnis des ersten Betriebsjahres Mettmann—Gruiten zufriedenstellend und hat den Beweis erbracht, daß dieses neuzeitliche Verkehrsmittel sich unter gegebenen Verhältnissen auch bei uns in Deutschland wohl behaupten kann. *M. S.*

[1] ETZ 1930, S. 1595.

Fernmeldetechnik.

Der gegenwärtige Stand der Hochfrequenztelephonie auf Hochspannungsleitungen. — Ein Aufsatz von W. Pinski enthält einige Angaben über die grundsätzlichen Schaltungen bei der Hochfrequenztelephonie auf Hochspannungsleitungen und in Hochspannungsnetzen. Die Verbindung der Hochfrequenzgeräte mit den Hochspannungsleitungen geschieht hauptsächlich durch besondere Kopplungskondensatoren, die Kapazitäten von 500, 1000 oder 2000 cm haben; zweiphasige Ankopplung ist der Einphasenkopplung, die die Erde als Rückleitung benutzt, wegen der größeren Betriebsicherheit vorzuziehen. Die Kopplungskondensatoren werden unmittelbar an die Enden der Hochspannungsleitung geschaltet; der Übertritt der Hochfrequenzenergie in die Schaltanlagen usw. wird durch abgestimmte Drosselspulen verhindert, die zwischen Kondensatorzuführung und Erdungsmesser in die Hochspannungsleitung gelegt werden und bei einer Belastbarkeit bis 1600 A Kurzschlußstrom Induktivitäten von 0,15 ... 0,2 mH aufweisen.

Die Trägerfrequenzen wählt man ziemlich hoch, zwischen 60 und 200 kHz, um bei Kopplungskapazitäten von maximal bis 2000 cm — höhere Werte sind bei der großen notwendigen Hochspannungsicherheit schwer zu erreichen — noch einen genügenden Kopplungsgrad zu erzielen und außerdem die Sperrwirkung der Drosselspulen möglichst hoch zu treiben. In Hochfrequenznetzen mit 3 und mehr Teilnehmeranschlüssen pflegt man mit „Frequenzwechsel" zu arbeiten. Im Ruhezustande sind alle Empfänger auf die Frequenz a, alle Sender auf die Frequenz b abgestimmt. Will eine Station rufen, so wird selbsttätig ihr Sender auf die Frequenz a, ihr Empfänger auf die Frequenz b umgeschaltet, so daß sie hochfrequent mit allen anderen Stationen verbunden ist und nur durch Betätigen einer Nummernscheibe das Anrufzeichen bei der gewünschten Station zum Ansprechen bringen kann.

In einem HF-Netz läßt man bis zu 4 Stationen zu. Bei größerer Anschlußzahl richtet man 2 verschiedene Netze ein, die an einer Station niederfrequenzseitig miteinander verbunden sind. In Deutschland sind z. Zt. gegen 300 HF-Geräte in Betrieb. (W. Pinski, Z. Fernm.-Techn. Bd. 12, S. 37. [RPZ].) *Ol.*

Der Hornlautsprecher. — Die besonderen Vorteile der Anwendung eines Trichters bei Lautsprechern bestehen darin, daß dadurch eine stärkere akustische Belastung der Membran verursacht wird und damit der Wirkungsgrad eine Steigerung erfährt. Soll dieser Vorteil aber nicht durch eine starke Verzerrung beeinträchtigt werden, so sind an Form und Größe des Trichters bestimmte Forderungen zu stellen. Im wesentlichen wird die Wirkungsweise durch die beiden elektromechanischen Grundgleichungen dargestellt. Aus ihnen ergibt sich der Wirkungsgrad der Anordnung in allgemeiner Form. Hierbei wird von einer elektrodynamisch angetriebenen Membran ausgegangen, die als einwelliges elastisches Gebilde vorausgesetzt wird. Im einzelnen zeigt sich, daß die Belastung der Membran durch die sog. Strahlungsimpedanz gegeben ist, die aus einem reellen und einem imaginären Teil besteht. Der erstere ist hauptsächlich durch den Strahlungswiderstand, der letztere durch die bewegte Masse (Membranmasse und mitschwingende Mediummasse) gegeben. Das Verhältnis dieser beiden Komponenten ist für die akustische Wirkung maßgebend. Die graphische Darstellung der Strahlungsimpedanz bei verschiedenen Trichterformen (Kegeltrichter, ebener Schallschirm, parabolischer Trichter, Exponentialtrichter) zeigt die Überlegenheit des Exponentialhornes. Zugleich ergibt sich, daß für dieses eine untere Grenzfrequenz charakteristisch ist; diese liegt um so tiefer, je weniger das Horn gekrümmt ist. Außerdem ist für die gute Wiedergabe der tiefen Frequenzen noch die Größe der Öffnung maßgebend, indem eine starke Benachteiligung durch Reflexion eintritt, sobald die Wellenlänge das Doppelte des Öffnungsdurchmessers beträchtlich übersteigt. Endlich ist noch das Verhältnis der Membranfläche zur Eingangsöffnung für die Belastung der Membran wichtig, da die Strahlungsimpedanz quadratisch mit diesem Verhältnis zunimmt. (H. Stenzel, AEG-Mitt. 1931, S. 310.) *Sb.*

Praktische Kompensierungen der Funkbeschickung in England. — C. E. Horton berichtet über die Entwicklung von Funk-Peilgeräten und Kompensierungen der Funkbeschickung von Schiffen bei H. M. Signal School, Portsmouth. Er gibt zunächst einen Abriß der Theorie der

Funkbeschickung. Es soll jedoch hier nur auf dasjenige der Arbeit eingegangen werden, was neu ist gegenüber den grundlegenden deutschen Arbeiten[1] aus den Jahren 1925 ... 1928, die merkwürdigerweise von Horton nicht erwähnt werden.

Eine rein quadrantale Beschickung ließ sich beim Bellini-Tosi-Goniometer leicht durch geeignetes Ungleichmachen der beiden Antennenschleifen aufheben. Als besonders vorteilhaft hat sich ein induktiver Nebenschluß zu einer Goniometerschleife erwiesen, da sich bei ihm ein Frequenzgang der Korrektion ergab, der der Abhängigkeit der Funkbeschickung des Schiffes von der Wellenlänge verhältnismäßig gut entspricht. — Der in Deutschland zuerst ausgeführten Kompensation eines Rahmenpeilers durch eine feste Drahtschleife mißt Horton wenig praktische Bedeutung bei und hält es für schwierig, die Kompensationsschleife für verschiedene Wellenlängen abzugleichen. Demgegenüber ist zu bemerken, daß man in Deutschland die Schleife lediglich wegen ihres Raumbedarfs und Montageaufwands für unpraktisch hält. Ein Abgleich für einen größeren Frequenzbereich ist bei ihr aber genau so leicht möglich wie beim Goniometer. Durch geeignete Abstimmung, Bemessung und Dämpfung der Schleife läßt sich, wie Versuche bestätigt haben, für einen weiten Frequenzbereich eine Kompensation erreichen, die keine Schaltmaßnahmen bei Wellenwechsel erfordert.

Für die Kompensierung der halbkreisförmigen Beschickung gibt Horton eine neue interessante Schaltung. Er führt dem Rahmenkreis über eine feste Kopplung die Energie einer Querschiffschleife zu. Um die Schwierigkeiten des Arbeitens mit einer solchen normalerweise notwendig abgestimmten Hilfschleife zu umgehen, legt Horton zwischen Hilfschleife und Rahmenkreis eine Röhrenkopplung. Wenn die Impedanz des Anodenkreises klein gegen den inneren Widerstand der Röhre ist, ist der Anodenstromvektor mit dem Gitterspannungsvektor in Phase, steht also senkrecht auf dem Strom der induktiv ans Gitter gekoppelten Schleife. Über eine so bemessene Röhrenkopplung gibt also eine hinreichend verstimmte Hilfschleife dieselbe Phase auf den Rahmenkreis wie eine abgestimmte Hilfschleife über eine gewöhnliche Kopplung.

Sehr beachtenswert ist die neue Schaltung für den Rahmenpeiler mit Hilfsantenne und einem senkrecht auf dem Hauptrahmen stehenden und mit ihm drehbaren Hilfsrahmen. Diese Schaltung hat nur ein einziges scharfes Minimum, u. zw. in Richtung des Senders. Eine besondere „Seitenbestimmung", wie sie bisher benötigt wurde, ist also hier nicht mehr erforderlich, was von großer praktischer Bedeutung ist. Die Wirkungsweise dieser Schaltung beruht darauf, daß die Minima des normalen Doppelkreisdiagramms des Rahmens, die durch Antenneneffekt und mit diesem gleichphasig wirkende Störfelder mehr oder weniger getrübt sind, durch Überkoppeln der verstimmten Hilfsantenne absichtlich noch stärker getrübt werden. Die EMK des erwähnten Hilfsrahmens, der hinreichend verstimmt ist, wird über eine Röhrenkopplung auf den Rahmenkreis gegeben. Sie hat ein auf dem Doppelkreisdiagramm des Hauptrahmens senkrecht stehendes Doppelkreisdiagramm und ist hinter der Röhrenkopplung mit der EMK der verstimmten Hilfsantenne, die über eine normale Kopplung in den Rahmenkreis gegeben wird, in Phase. Sie setzt sich also bei richtiger Bemessung mit ihr zu einer Herzkurve zusammen. Das Minimum dieser Herzkurve fällt mit einem Minimum des Doppelkreisdiagramms des Hauptrahmens zusammen. Man kann auch sagen, daß der Hilfsrahmen eines der von der Hilfsantenne getrübten Minima des Hauptrahmens wieder scharf macht, während er die Trübung des anderen Minimums verstärkt. Der Kopplungsinn des Hilfsrahmens wird ein für allemal so gewählt, daß das scharfe Minimum nach dem Sender zeigt.

Für die Veränderung, die der Verlauf der Funkbeschickung erfährt, wenn die Hilfsantenne nicht in der Phase der ungestörten Welle erregt wird, wird ein anschauliches Beispiel gegeben. Die Frage nach dem günstigsten Einbauplatz wird erörtert. Schließlich wird noch der Einfluß des Nachteffekts auf den Hilfsantennenbedarf erwähnt. (C. E. Horton, J. Instn. electr. Engr. London Bd. 69, S. 623.) *F. A. F.*

[1] Zusammenfassender Bericht: ETZ 1928, S. 1043.

Verschiedenes.

Der Prismenderivator. — Bei technischen und wissenschaftlichen Arbeiten ist die Ermittlung von Tangenten und Normalen graphischer Kurven von großer Bedeutung (Differentialquotienten). Der genauen zeichnerischen Bestimmung der Tangente ist allerdings eine natürliche Grenze dadurch gesetzt, daß jede Linie eine gewisse Breite aufweist, die feinere Schwankungen der Kurve mehr oder weniger verdeckt. Ferner bringen Ungenauigkeiten in der Aufzeichnung, durch Reibung oder Eigenschwingung mechanischer Schreibvorrichtungen auf dem Papier, Abweichungen in der Tangentenrichtung hervor. Um so mehr muß verlangt werden, die Tangenten der wirklich vorliegenden Kurven zuverlässig und eindeutig zu bestimmen.

Das bisher vielfach verwendete Spiegellineal und ähnliche Bauarten, z. B. der Spiegelderivator, beruhen auf dem Prinzip, daß eine Kurve nur dann ohne Knick in ihr Spiegelbild übergeht, wenn der Spiegel genau rechtwinklig zu der Kurve, also in Richtung ihrer Normalen, gestellt wird. Kleine oder stark wechselnde Krümmungen sind schwer festzustellen. Es bedarf eines guten Augenmaßes und großer Übung, um einigermaßen zuverlässige Ergebnisse zu bekommen. Bei jeder Messung der Tangentenrichtung wird als selbstverständlich betrachtet, daß ein bestimmter Abschnitt der Kurve, sei er noch so klein, einen gleichbleibenden Krümmungsradius aufweist. Bei Gebrauch von Spiegellineal u. ä. ist aber das Kurvenstück in seiner Länge nicht festgelegt, sondern bleibt der willkürlichen Schätzung überlassen. Der Verlauf der Kurve beeinflußt nicht nur in der nächsten Umgebung des zu messenden Punktes, sondern auch in weiterem Abstand die Schätzung.

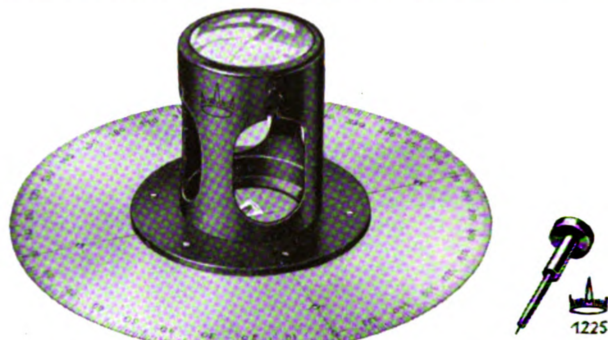


Abb. 2. Prismenderivator.

Das neue Gerät nach Abb. 2, der Prismenderivator[1], arbeitet schon aus dem Grunde zuverlässiger, weil damit die Länge des Kurvenstückes mit gleich angenommenem Krümmungsradius genau festgelegt ist. Es ist hierbei von der Erwägung ausgegangen, daß eine Unterbrechung der Kurve durch seitliche Verschiebung zweier zusammentreffender Kurvenäste besser und eindeutiger zu erkennen ist als ein Kurvenknick. Dies wird dadurch erreicht, daß ein Prisma mit der Hypotenusenfläche so auf die Kurve gelegt wird (Abb. 3), daß seine Kathetenflächen rechtwinklig zu der Kurve, also in Richtung ihrer Normalen, stehen. Das darunter angeordnete Fadenkreuz ist nur in Richtung der Prismen-Oberkante durchgeführt, rechtwinklig dazu ist es bis auf einen kurzen Kreuzungstrich dieser Linie unterbrochen. Der durch die Prismenwirkung doppelt erscheinende Kreuzungspunkt fällt hierbei mit dem Punkt der Kurve, für welche die Tangente ermittelt werden soll, zusammen. Betrachtet man die Kurve senkrecht von oben, so ergibt sich bei angenährt richtiger Stellung ein Bild nach Abb. 4. Man kann deutlich die seitliche Verschiebung der Kurvenäste erkennen. Das Prisma ist dann so weit zu drehen, bis die seitliche Verschiebung abnimmt, bzw. nur noch ein zusammenhängendes Kurvenstück sichtbar wird (Abb. 5). Nach Belieben wird dann entweder die Richtung der Tangente oder der Normalen markiert oder von der Teilung unmittelbar in Winkelgraden abgelesen. Die Handhabung des Prismenderivators ist so einfach, daß weder eine besondere Sorgfalt, noch eine große Übung erforderlich ist. Wird das Prisma falsch aufgelegt, so daß also die Kathetenflächen etwa in Richtung der Tangente verlaufen, so erscheinen in dem Prisma nicht zwei seitlich verschobene Kurvenäste, sondern zwei parallel laufende Kurventeile.

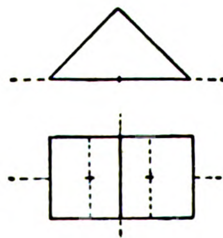
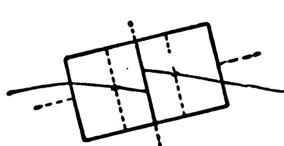
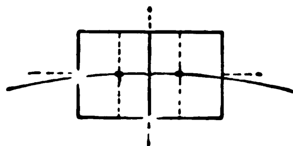


Abb. 3.

[1] E. v. Harbou, Z. angew. Math. Mech. Bd. 10, Nr. 6 (1930). — Hersteller: Askania-Werke AG., Berlin-Friedenau.

Der Prismenderivator besteht aus einer in 360° geteilten, durchsichtigen Kreisscheibe. Hierauf sitzt in einer Metallfassung eine Fadenkreuzplatte mit dem Prisma. Eine Lupe zwecks Vergrößerung des Prismas und zur erleichterten Untersuchung der Kurve ist aufsteckbar vorgesehen. Ein besonderer Knopf mit Zentrierspitze dient zum Markieren der Richtungspunkte für Tangente und Normale in dem Strichkreuz der Cellonscheibe. Die Anwendung des Gerätes ist außerordentlich vielseitig: Indikatordiagramme zur Ermittlung von Maschinenleistungen, Zeitgeschwindigkeitskurven für die Feststellung von Beschleunigungen bei Fahrzeugen, Nockenerhebungskurven, Oszillographen- und Schwingungsmesser-Aufzeichnungen, statische und dynamische Festigkeitsrechnungen, Ausmessung magnetischer Felder mittels Elektronenstrahlen. Das dem Prismenderivator zugrunde liegende Prinzip wurde auch bei der Entwicklung eines neuen Differentio-Integraphen angewendet. *Tft.*


Abb. 4.


Abb. 5.

Energiewirtschaft.

Vorschlag zur einheitlichen Erfassung der Wirtschaftsergebnisse von Elektrizitätsversorgungsunternehmungen. — Über die wichtigsten technischen Fortschritte der deutschen Elektrizitätswerke konnte man sich schon bisher aus der „Statistik" der VdEW unterrichten. Da alle in ihr enthaltenen Werke ihre Angaben nach dem gleichen Schema machten, war auch ein Vergleich der Ergebnisse verschiedener Werke ohne weiteres möglich. Wirtschaftliche Angaben aber enthält die „Statistik" seit dem Jahre 1918 leider nicht mehr. Wer hierüber Studien irgendwelcher Art anstellen will, ist auf die Geschäftsberichte der einzelnen Werke, im besonderen auf die in ihnen enthaltenen Bilanzen und Gewinn- und Verlustrechnungen angewiesen. Zwar bringen fast alle Fachzeitschriften kurze Auszüge aus den Geschäftsberichten der wichtigsten Werke. Da diese aber meist nicht in einem geordneten einheitlichen Schema, sondern in fortlaufendem Zeilendruck erscheinen, mußte man die einzelnen interessierenden Zahlen erst in Tabellenform bringen, um einen Überblick zu gewinnen. Ein Vergleich der Ergebnisse verschiedener Werke war aber bisher weder aus solchen Auszügen, noch aus den Originalberichten zu erhalten. Hinsichtlich der Anordnung und auch der Benennung der einzelnen Konten bestand keinerlei Einheitlichkeit. Jedes Werk hatte sein eigenes Schema und alle Bemühungen, die Angaben in eine für alle Werke geltende gleiche Tabelle zu bringen, waren vergeblich.

Hierin ist für die Zukunft eine entscheidende Wandlung eingetreten; denn durch den Artikel V der „Aktienrechtsnovelle" vom 31. IX. 1931 (RGBl. I S. 493) sind durch Zusätze zum § 261 des HGB. — 261 a ... c — allen Aktiengesellschaften und Kommandit-Gesellschaften auf Aktien ausführliche Vorschriften für die Aufstellung der Jahresbilanzen und der Gewinn- und Verlustrechnungen gemacht; auch wird, durch § 261 d, die Reichsregierung ermächtigt, für die Aufstellung des Jahresabschlusses „Formblätter" für die einzelnen Unternehmungsarten vorzuschreiben, nach welchen die Bilanzen und die Gewinn- und Verlustrechnungen zu gliedern sind. Diese Formblätter sind bisher noch nicht bekannt gegeben. Die Gesellschaften haben sich daher an die in § 261 a und b (Jahresbilanzen) und 261 c (Gewinn- und Verlustrechnungen) gegebenen Einteilungen zu halten.

Die durch diese Vorschriften erreichte weitgehende Einheitlichkeit der Berichterstattung erlaubt nunmehr auch einen Vergleich der Abschlüsse der deutschen Elektrizitätswerke untereinander.

An solchen Vergleichen haben verschiedene Kreise großes Interesse, z. B. ist es für die Verwaltungen eines jeden Elektrizitätswerkes von entschiedenem Wert, wenn sie die Betriebsergebnisse anderer, unter ähnlichen Verhältnissen arbeitender Werke mit den ihrigen vergleichen können; ein jeder, der sich mit Fragen der Elektrowirtschaft beschäftigt, alle Studierenden des Elektrofaches, aber auch die Fabrikations- und Verkaufsfirmen elektrotechnischer Geräte und Einrichtungen werden aus solchen Vergleichen Nutzen ziehen.

Die Originalberichte der Werke sind nun aber nicht jedermann ohne weiteres zugänglich; auch sind die Gesamtangaben der Originalberichte für viele Untersuchungen zu umfangreich und weitschweifend. Es erscheint daher als eine dankbare und seit der Verordnung vom 19. IX. 1931 auch lösbare Aufgabe, die wichtigsten Geschäftsberichte der deutschen Elektrizitätswerke planmäßig, unter Zusammenziehung mehrerer der von der Novelle verlangten Einzelposten, aber auch weiterer durch die besonderen Betriebsverhältnisse der Elektrizitätswerke bedingten Zerlegungen in ein einheitliches Tabellenschema zu bringen.

B. Thierbach.

Die staatlichen Kraftwerke Schwedens im Jahre 1930[1]. — Der offizielle Bericht der staatlichen Kraftwerksverwaltung im Jahr 1930 weist einen Ertrag von 15,64 Mill. Kr bei einem investierten Kapital von 304,6 Mill. Kr auf. Hierin sind 31,1 Mill. Kr. aufgespeicherte Zinsenverluste für nicht betriebsfertige Anlagen enthalten. Zur Verzinsung des Anlagekapitals nach einem mittleren Zinsfuß von 5,09 % der in Anspruch genommenen Staatsanleihen bzw. mit 4 % für die von jeher als Staatseigentum betrachteten Wasserfälle werden 15,29 Mill. Kr. aufgewendet, so daß der Reingewinn 0,35 Mill. Kr beträgt.

Die installierte Generatorleistung betrug 346 000 kW (339 000 i. V.), die Stromerzeugung aus eigenen und gekuppelten Werken 1678 Mill. kWh (1700 i. V.), welche mit 27,44 Mill. Kr (26,95 i. V.) verrechnet wurden. Die Länge der Fernleitungen mit 1,5 kV bzw. höheren Betriebspannungen ist auf 6810 km (i. V. 6576), die Anzahl der eigenen Unterwerke um 4 gestiegen. Nach dem Verwendungszweck verteilte sich die Stromlieferung einschl. der geschätzten Übertragungsverluste in nachstehender Weise:

Verwendet für	1930	1929
	Mill. kWh	
bürgerliche Zwecke	610	605
Bahnbetriebe	170	165
Große Papierfabriken (Holzschleifereien), Gruben	435	445
Elektrochemische und elektrothermische Industrie	400	425
Elektrische Dampferzeugung	60	60
	1675	1700

An die Landwirtschaft wurden etwa 49 Mill kWh über 516 Vereine, Genossenschaften usw. mit etwa 550 000 ha Ackerboden geliefert und nach einem Durchschnittspreis von 7,75 Öre/kWh verrechnet. Der mittlere Preis für die aus den staatlichen Kraftwerken abgegebene Energie ist dagegen 1,87 Öre/kWh. Bei den günstigen Wasserverhältnissen im Berichtsjahr wurde das Dampfkraftwerk Västerås lediglich zur Spitzendeckung und Betriebsbereitschaft hinzugezogen. Dessen Produktion entsprach 0,8 % der Gesamterzeugung der gekuppelten Kraftwerke des Zentralblocks. Infolge der hohen Gewitterfrequenz im Jahr 1930 war die Anzahl der Betriebstörungen höher, deren Zeitdauer dagegen geringer als 1929. Bezogen auf die vertragliche Leistung der einzelnen Stromverbraucher stellte sich die verlorene Betriebszeit im Durchschnitt wie folgt:

Jahr	Zentralblock %	Kraftwerk Porjus (Drehstrom) %	Kraftwerk Norrfors %
1929	0,064	0,10	0,392
1930	0,051	0,01	1,191

Die letzte Ziffer erklärt sich aus einem Generatorbrand, dessen Schäden erst in drei Monaten behoben wurden.

Nach dem Beschluß des Reichstags 1930 soll bekanntlich ein neues Kraftwerk bei Vargön[2] im Götaälv unweit Trollhättan errichtet werden, dessen Kosten zu 9,4 Mill Kr veranschlagt wurden; mit dem Bau ist schon begonnen worden. Ein weiteres Kraftwerk will man bei Malfors im Motala-Strom anlegen, u. zw. zur Sicherung des Strombedarfs im Versorgungsgebiet des Zentralblocks bis Ende 1936. Schließlich befindet sich ein drittes staatliches Wasserkraftwerk bei Sillre am Indalsälv z. Z. in Arbeit. *Hldn.*

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 824.
[2] Vgl. ETZ 1932, S. 250.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Übersicht über die Beschlüsse des mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusses vom 19. Juni 1932 in München.

Nachstehend sind die von dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse am 19. Juni 1932 in München gefaßten Beschlüsse zusammengestellt.

Vorstand.

Wiedergewählt wurde auf 2 Jahre Herr Rachel.

Neugewählt wurden auf 2 Jahre die Herren Höchtl, Konz und Stiller.

Zum 1. stellvertretenden Vorsitzenden wurde auf 2 Jahre Herr Bannwarth, zum 2. stellvertretenden Vorsitzenden auf 2 Jahre Herr Stiller gewählt.

Ausschuß.

Die ausscheidenden Herren Emde, Sarfert und Scholtes wurden auf 2 Jahre wiedergewählt.

Neugewählt wurden auf 2 Jahre die Herren Voith und Zell.

Rechnungsrevisoren.

Die beiden Rechnungsrevisoren des Verbandes, die Herren Froese und Grauert, wurden wiedergewählt.

Ort der nächsten Jahresversammlung.

Dem Vorstande wird mit Rücksicht auf die unübersehbare weitere wirtschaftliche Entwicklung überlassen, zu bestimmen, ob und wo 1933 eine Jahresversammlung oder eine mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestattete Ausschußsitzung stattfindet.

Beitragsfestsetzung.

Für das Jahr 1933 wird für persönliche Mitglieder ein Jahresbeitrag von 24 RM beschlossen unter Festsetzung der Vereinsanteile an den persönlichen Mitgliederbeiträgen

für die ersten 100 Mitglieder mit 35 %,
für die zweiten 100 Mitglieder mit 30 %,
für alle folgenden Mitglieder mit 25 %

unter der Voraussetzung der vertragsmäßigen Zustimmung der Elektrotechnischen Vereine und Gesellschaften zu diesem Beschluß.

Kommt die vertragsmäßig erforderliche Zustimmung der Vereine und Gesellschaften bis 31. Oktober 1932 nicht zustande, so bleibt für das Jahr 1933 für persönliche Mitglieder der bisherige Beitrag von 30 RM bestehen.

Die körperschaftlichen Mitgliederbeiträge bleiben für 1933 unverändert.

Bevollmächtigungen des Vorstandes.

Der Vorstand wird ermächtigt, folgende nochmal zu überprüfende sowie zur Zeit noch nicht endgültig fertiggestellte Kommissionsarbeiten nach geschäftsordnungsmäßiger Behandlung der gegen die Entwurfsarbeiten noch eingegangenen oder eingehenden Einsprüche im Laufe des nächsten Geschäftsjahres in Kraft und bislang vorhandene Arbeiten, die durch die Neufassungen ersetzt sind, gleichzeitig außer Kraft zu setzen.

1. Kommission für Errichtungsvorschriften I.
Kommission für Errichtungsvorschriften II.
Kommission für Betriebsvorschriften.

Die von dem Komitee für den Anschluß von Röntgenanlagen an Starkstromnetze in Zusammenarbeit mit der Deutschen Röntgengesellschaft aufgestellten:

a) Vorschriften für den Hochspannungsschutz in nichtmedizinischen Röntgenanlagen.
b) Vorschriften für den Hochspannungsschutz in medizinischen Röntgenanlagen.
c) Außerkraftsetzung der bisherigen „Vorschriften für den Hochspannungsschutz in medizinischen Röntgenanlagen“ vom 1. Januar 1930.

2. Kommission für Freileitungen.

Änderungen an den „Vorschriften für den Bau von Starkstromfreileitungen V.S.F./1930“.

3. Kommission für Installationsmaterial.
a) Bestimmungen für die Konstruktion und Prüfung von Handleuchtern aus Weichgummi.
b) Bestimmungen für die Konstruktion und Prüfung von Steckern aus Weichgummi.

4. Kommission für Handgeräte.

Vorschriften für zweipolige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnüre 10 A 250 V für Hand- und Elektrowärmegeräte.

5. Ausschuß für Normalspannungen.
a) Spannungsnormen für elektrische Anlagen von 1... 100 V.
b) Außerkraftsetzung der bisherigen „Normen für Spannungen elektrischer Anlagen unter 100 V“ vom 1. Oktober 1920.

6. Außerdem ist der Vorstand bevollmächtigt worden, die von der
Kommission für Errichtungsvorschriften I

vorgeschlagenen Verwendungstermine in Kraft zu setzen.

Die genannte Kommission ist ebenfalls bevollmächtigt worden, unter besonderer Berücksichtigung der Sicherheit der elektrischen Anlagen und unter Rücksichtnahme auf die allgemeine Wirtschaftslage auf Vorschlag anderer Kommissionen Verwendungstermine in den V.E.S. 1. festzulegen.

7. DIN VDE-Normblätter.

Schließlich wurde der Vorstand ermächtigt, bis zur Jahresversammlung 1933 die endgültig fertiggestellten Normblätter für die Drucklegung freizugeben.

Kommissionsarbeiten.

Die nachstehend aufgeführten Bestimmungen sind von dem mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschusse mit der Maßgabe angenommen, daß bei einigen dieser Arbeiten kleinere Änderungen auf Grund nachträglich eingegangener Einsprüche vorgenommen werden dürfen, die in die von diesen Arbeiten herauszugebenden Sonderdrucke aufgenommen werden sollen.

1. Kommission für Drähte und Kabel.

Verlängerung der Übergangsfrist für die Verwendung von Werkstoffvorräten und die Räumung von Lagervorräten, die den „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L./1931“ sowie den „Vorschriften für umhüllte Leitungen“ nicht genügen, bis zum 30. Juni 1933.

Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1932, S. 466.

2. Kommission für Fernmeldetechnik.

Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Netzstrom führenden Fernmeldegeräten V.F.G.N./1934.

Gültig ab 1. Januar 1934.

Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1931, S. 1503; 1932, S. 369.

3. Kommission für Hochspannungsschaltgeräte.

Streichung des letzten Absatzes von § 67 der R.E.H./1929.

Der Wortlaut war veröffentlicht in ETZ 1932, S. 490.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Bekanntmachung.

Kommission für Installationsmaterial.

Die Kommission für Installationsmaterial veröffentlicht nachstehend einen Entwurf 1 zum Normblatt

DIN VDE 9046 „Erdungsschellen für Installations- und Schaltanlagen“.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 10. Sept. 1932 an die Geschäftstelle des VDE einzureichen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Noch nicht endgültig

Elektrotechnik

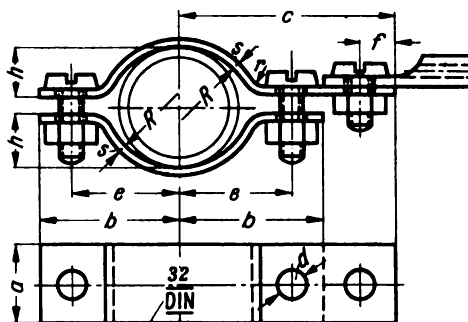
Erdungsschellen

für Installations- und Schaltanlagen

DIN
Entwurf 1
VDE 9046

Maße in mm

Zu einer vollständigen Erdungsschelle gehören:
1 Schellen-Oberteil
1 Schellen-Unterteil
2 Befestigungsschrauben[1])
1 Kontaktschraube[2])
3 blanke Sechskantmuttern nach DIN 934



Nennmaß und DIN-Zeichen eingeschlagen

Bezeichnung einer vollständigen Erdungsschelle vom Nennmaß 32 (für Rohre über 25 bis 32 mm Außendurchmesser bzw. Gewinderohr 3/4''):

Erdungsschelle 32 VDE 9046

Nennmaß	Verwendbar für: Rohre von Außendurchmesser	Verwendbar für: Gewinderohre (Gasrohre)	a	b	c	d	e	f	h	R ≈	r ≈	s	Befestigungsschraube[1]) Bezeichnung	Kopfkontaktschraube[2]) Bezeichnung	Gesamtgewicht kg ≈	Erdungsleitung Querschnitt mm²
25	bis 25	1/2''	15	26	42		19		8	13			Zylinderschraube M 6 × 22 DIN 576	Zylinderschraube M 6 × 10 DIN 576	0,07	bis 16
32	über 25 „ 32	3/4''	20	32	48	7	24	8	10	17	2	2			0,08	„ 25
39	„ 32 „ 39	1''	20	36	52		28		14	20					0,09	
50	„ 39 „ 50	1 1/4'' 1 1/2''	25	45	65		35		17	26			Zylinderschraube M 8 × 35 DIN 576		0,22	
62	„ 50 „ 62	2''	25	50	70		40		20	32				Zylinderschraube M 8 × 15 DIN 576	0,24	
74	„ 62 „ 74	2 1/2''	25	58	78	9,5	48	10	26	38	3	3			0,26	bis 35
90	„ 74 „ 90	3''	25	65	85		55		30	46			Zylinderschraube M8 × 45 DIN 576		0,30	
108	„ 90 „ 108	3 1/2''	25	75	95		65		38	55					0,32	

Ausführung: Schellen verzinnt — Schrauben und Muttern verzinkt.
Werkstoff: Schellen: E-Cu F30 — Schrauben und Muttern: Flußstahl.

[1]) Statt Zylinderschrauben nach DIN 576 können auch blanke Sechskantschrauben nach DIN 933 verwendet werden.
[2]) Statt Zylinderschrauben nach DIN 576 können auch blanke Linsenschrauben nach DIN 85 oder blanke Sechskantschrauben nach DIN 933 verwendet werden.

Kabelschuhe siehe DIN VDE 6211 Blatt 2.
Rohre, Übersicht siehe DIN 2410.

Juli 1932 Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Fr. Křižík. — Ing. Dr. techn. h. c. Franz Křižík, der Nestor der tschechoslowakischen Elektrotechniker, der Begründer des nach ihm benannten Unternehmens und hervorragende Pionier des elektrotechnischen Fortschrittes, konnte unlängst seinen 85. Geburtstag feiern. Erinnert sei hier an seine Erfindung der ersten brauchbaren elektrischen Bogenlampe mit Selbstregelung, deren Patentrechte später von Schuckert & Co., Nürnberg, erworben wurden. Mit der genannten Firma stand Franz Křižík lange Zeit in Verbindung. *G. W. M.*

Auszeichnungen. — Mit der von der Institution of Civil Engineers, London, gestifteten und seit 1920 viermal verliehenen Kelvin-Medaille wurde in diesem Jahre Senator Guglielmo Marconi, einer der Wegbereiter und unermüdlichen Förderer der drahtlosen Telegraphie, ausgezeichnet.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Aussichten der Gleichstrom-Kraftübertragung.

Zu dem Aufsatz von Dr. GOSEBRUCH auf S. 453 der ETZ d. Js. ist zu erwidern, daß man, wie vorgeschlagen, einen Versuchsbetrieb einrichten sollte. Leider sind aber nach Ansicht des Unterzeichneten erhebliche Schwierigkeiten infolge mangelhafter Isolation zu erwarten. Wo die spannungführenden Teile von festen oder flüssigen Isolierstoffen eingeschlossen sind, wie bei Kabeln, Apparaten usw., kann man für Gleichspannung leichter isolieren als für Wechselspannung. Ganz anders verhalten sich aber Isolierungen mit Oberflächenstrecken, wie Kettenisolatoren für Freileitungen, Durchführungen usw. Hier ist zu befürchten, daß durch Staubablagerungen elektrochemische und elektrostatische Wirkungen sowie Kriechstrecken entstehen, die nach einer von äußeren Verhältnissen abhängigen Zeit zu Überschlägen führen. Ehe man daher kostspielige Leistungsumrichtung vornimmt, müßte zunächst eine Versuchstrecke im Leerlauf etwa ein Jahr lang unter 200 kV Gleichspannung gehalten werden, um Erfahrungen zu sammeln und Messungen durchführen zu können.

Leipzig, 13. V. 1932. A. Kastalski.

Erwiderung.

Die Bedenken des Herrn Oberingenieur KASTALSKI, die an sich, d. h. aus rein theoretischen Überlegungen, wohl berechtigt erscheinen, dürften nach meiner Ansicht durch die jahrzehntelange einwandfreie Betriebsdauer der Thury-Strecken mit hochgespanntem Gleichstrom widerlegt sein. Ebensowenig wie Staubablagerungen in der Betriebspraxis von Drehstrom-Hochspannungsleitungen noch unüberwindliche Schwierigkeiten bereiten, seitdem man gelernt hat, auf Strecken stärkerer Staubablagerungen, wie z. B. an Braunkohlengruben, Kokereien — am Meer usw., jeweils besondere „Verschmutzungsisolatoren" zu verwenden, so wenig dürften bei Übergang auf Gleichstrombetrieb deswegen ernstliche Befürchtungen berechtigt sein. Sollten da streckenweise größere Kriechströme auftreten, so könnte man dem dadurch begegnen, daß man dort den untersten Isolator der Kette gegen solch einen hochohmigen Verschmutzungsisolator mit breitem Hut austauschte, oder ihn zu der Kette hinzufügte. Die auf solchen Strecken ja öfters vorzunehmenden Isolatorenreinigungen bieten dazu Anlaß.

Jedenfalls dürften solche Erstlingserscheinungen an einer Strecke nicht so bedeutend sein, deswegen ein volles Jahr die Strecke nur unter Spannung zu halten — ohne Belastung — was ja wohl den Umwandlungsplänen große Hindernisse bereiten würde.

Berlin, 23. V. 1932. Dr. W. Gosebruch.

Die Verdienste Haselwanders.

In Heft 15 der ETZ vom 14. IV. 1932 finden wir den sehr interessanten Nachruf für E. A. HASELWANDER. Ihre Erwähnung, Haselwander sei auf dem Gebiete der Ölmotoren mit seinem Haselwander-Motor als Vorläufer des Dieselmotors zu betrachten, ist nicht ganz richtig, sondern Haselwander ist der erste Erfinder des Vorkammer-Dieselmotors, der ohne Kompressor arbeitet, während der klassische Dieselmotor einen Kompressor nötig hatte. Diese sehr wichtige Erfindung war grundlegend für alle Vorkammerdieselmotoren, die heute von großer Bedeutung sind; sie ermöglichte erst, Lastwagen mit Dieselmotoren auszurüsten.

Leider ist es Haselwander auf dem Gebiete der Ölmotoren genau so gegangen wie mit seinem Drehstrom. Der geniale Erfinder stirbt arm und wird nach seinem Tode gefeiert. Haselwander ist als der Pioniererfinder der heute im Dieselmotorenbau eine wichtige Rolle spielenden Vorkammer anzusehen, wodurch er sich zweifellos ein großes Verdienst erworben hat. Das Patent ist im Jahre 1912 abgelaufen, und es ist sehr verwunderlich, daß Haselwander seine vielen Nachahmer nicht tributpflichtig gemacht hat.

Backnang, 2. V. 1932. Carl Kaelble.

LITERATUR.

Besprechungen.

Wilhelm Conrad Röntgen und die Geschichte der Röntgenstrahlen. Von Dr. O. Glasser m. einem Beitr. „Persönliches über W. C. Röntgen" von Margret Boveri. (Bd. 3 d. Röntgenkunde in Einzeldarstellungen.) Mit 96 Abb. und 1 Bildnis, XI u. 337 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geh. 27 RM, geb. 29,60 RM.

Nicht nur der Physiker und der Ingenieur, der sich der Röntgenstrahlen zur Forschung oder in der Praxis bedient, sondern auch der Arzt, dem sie heute zum Untersuchen und Heilen unentbehrlich geworden sind, und darüber hinaus noch jeder, der an den Fortschritten der Wissenschaft Anteil nimmt, wird dem Verfasser Dank wissen dafür, daß er die Geschichte der Röntgenschen Entdeckung niedergeschrieben und den vielfältigen — und oft recht sonderbaren — Widerhall festgehalten hat, den sie sogleich in der Welt erweckt hat, sind doch allein im Jahre 1896 über 1000 Veröffentlichungen über Röntgenstrahlen erschienen. Glasser, der uns über die Röntgenschen Arbeiten in allen Einzelheiten unterrichtet, zeigt uns auch die ersten Ansätze zur medizinischen und technischen Nutzbarmachung der Röntgenstrahlen und die Keime der Röntgentechnik und -industrie. Über diese geschichtliche Darstellung hinaus aber — und das ist der besonders wertvolle Kern des Buches — gibt uns Glasser ein Bild des Gelehrten und des Menschen W. C. Röntgen, der völlig selbstlos seine Entdeckung der Menschheit geschenkt hat; er hat es bekanntlich abgelehnt, seine Erfindungen unter Schutz zu stellen und vielmehr ausdrücklich gewünscht, daß seine Entdeckung der Allgemeinheit gehöre. Besonders anschaulich ersteht dieses Lebensbild aus den auf Briefen und persönlichen Erinnerungen gegründeten Schilderungen von Margret Boveri.

Im ganzen liegt uns ein Buch vor, das in unserer sachlichen Zeit uns gemahnt, daß es nicht allein auf das Wissen um die Dinge ankommt, sondern auf den Menschen, durch den allein das Wissen lebendig wird.

H. Kuppenheim, Berlin.

Industrieöfen, Bd. 2: Bau und Betrieb. Von Prof. W. Trinks. Mit 292 Abb. u. 26 Zahlentaf., VIII u. 398 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1931. Preis geb. 20 RM, f. VDI-Mitgl. 18 RM.

Der zweite Band[1] wendet sich in erster Reihe an Verbraucher von Öfen und soll eine Übersicht über die Bauformen von Öfen geben, um einen Vergleich der verschiedenen Konstruktionen und Energiequellen zu ermöglichen. Die Teilung der Bände hat zur Folge, daß auch in dem vorliegenden mehr praktisch gedachten Band sich z. T. umfangreiche rechnerische Betrachtungen finden, so in erster Reihe im Abschnitt über Brenner und Heizkörper (für elektrische Öfen). Überraschenderweise werden in diesem Buche auch elektrische Nieterwärmer und andere elektrische Erwärmungsmaschinen erwähnt, die eigentlich nicht als Öfen anzusprechen sind, und deren brennstoffgefeuerte Konkurrenzkonstruktionen nicht behandelt sind. Die sehr lesenswerten Ausführungen über Heizkörper zeigen die interessante Verschiedenheit der amerikanischen und deutschen Auffassung über Bemessung und Bau von Heizwiderständen, so daß sie für den deutschen Elektroofenbauer von größtem Interesse sein werden.

Im Abschnitt über Regelung der Ofentemperatur wird zuerst die Aufgabe der räumlichen Konstanz und dann die Regelung der Temperatur (zeitliche Konstanz an der Regelstelle) erörtert. Die Ausführungen über Möglichkeiten und Grenzen der Regelung brennstoffgeheizter Öfen werden zweifellos auch beim Elektroofenfachmann die stärkste Beachtung finden.

Im Rahmen des Kapitels über die Ofenatmosphäre dürfte das Blankglühen ausgedehntere Besprechung finden; ebenso werden die Öfen mit kohlenstoffabgebender Atmosphäre (Zementationsöfen mit gasförmigen Kohlungsmitteln) nicht erwähnt. Die, wie dem Berichter scheint, zu kurze Behandlung der Lacktrockenöfen findet sich im Abschnitt über die Ofenatmosphäre.

Sehr viel Anregung wird der Ofenbauer sowohl als der Werkstattmann aus dem Kapitel über arbeitsparende Vorrichtungen schöpfen können, das eine weitgehende Übersicht über die Beschickungs- und Transporteinrichtungen für Öfen bringt. Der Natur des Buches nach werden elektrische und brennstoffgefeuerte Öfen gemeinsam behandelt.

Die beiden letzten Abschnitte des Buches sind dem Vergleich von Öfen und der Auswahl der Brennstoffe gewidmet. Der Verfasser vermeidet es mit Recht, eine bestimmte Heizungsart zu empfehlen, sondern dringt immer wieder auf Betriebsanalysen, die allein die für den betreffenden Fall wirtschaftlichste Ofenform und Beheizungsart ergeben können; zur Erleichterung eines einwandfreien Vergleichs sind die zahlreichen zu berücksichtigenden Punkte in übersichtlicher Form zusammengestellt. — Nur ein wesentlicher Umstand scheint dem Berichter außer acht geblieben zu sein: der Einfluß der Ausnutzung des Ofens auf den Wärmeverbrauch, ein Einfluß, der bei verschiedenen Brennstoffen sehr verschieden ist. Aus diesem Grund ist eine Abbildung wie Nr. 253 recht irreführend und kann leicht von interessierter Seite mißbraucht werden. In diesem Zusammenhang sei das einzige ausführlich behandelte Beispiel eines Vergleichs zwischen elektrischem und brennstoffgefeuertem Ofen (S. 393) besprochen. Dieser Vergleich ist nach fremden Berichten durchgeführt und nimmt ohne nähere Erklärung die Arbeitszeit des einen Ofens um 10 % niedriger an als die des anderen, wodurch die Vergleichsgrundlage stark beeinflußt wird. Weiter ist für die in der Zusammenstellung angegebene längere Erwärmungszeit beim Elektroofen keine Begründung gegeben. Das Beispiel würde an Bedeutung gewinnen, wenn diese und andere nicht erklärten Unterschiede erläutert würden.

Das Buch gibt im ganzen einen hervorragenden Überblick über das in der älteren technischen Literatur sehr stiefmütterlich behandelte Gebiet der Industrieöfen und

[1] Besprechung des ersten Bandes s. ETZ 1931, S. 335.

wird deswegen zweifellos oft zu Rate gezogen werden müssen.

Leider merkt man der Sprache an vielen Stellen die Übersetzung an, ein Nachteil, der in einer späteren Auflage hoffentlich beseitigt werden wird. (S. z. B. S. 36 letzte Zeilen, ferner S. 47 „positiv" statt „wirksam", S. 213 erste Sätze usw.) Auch würde das Buch noch sehr gewinnen, wenn die Zeitschriftenliteratur in stärkerem Maße und die Patentliteratur überhaupt berücksichtigt würde; besonders auf eine Verarbeitung der Patente sollte man bei dem in dem Buche behandelten Gebiete nicht verzichten.

Paschkis.

Die Technik des Kühlschrankes. Einführung in die Kältetechnik für Käufer u. Verkäufer von Kühlschränken, Gas- u. Elektrizitätswerke, Architekten u. das Nahrungsmittelgewerbe. Von Dipl.-Ing. P. Scholl. Mit 41 Abb. i. Text u. IV, 66 S. in 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis 2,80 RM.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, den im Titel aufgeführten Berufskreisen diejenigen Kenntnisse zu vermitteln, die sie befähigen, die Wirkungsweise der verschiedenen Arten der Haushalt-Kühlschränke zu verstehen und sich über die Vorzüge und Nachteile der einzelnen Konstruktionen und Firmenfabrikate zu unterrichten.

Unterstützt durch sehr übersichtliche Schemata, Schnittzeichnungen und Abbildungen ist ihm die Lösung dieser Aufgabe durch eine klare und allgemeinverständliche Darstellung in äußerst befriedigender Weise gelungen. Wer sich die Mühe nimmt, das Buch eingehend durchzuarbeiten, wird an Hand des Abschnittes A auch in „die physikalischen Grundlagen der Kältetechnik" genügend tief eindringen, um sich über die in den weiteren Abschnitten behandelten: praktische Durchbildung der Kühlschränke; allgemeine Gesichtspunkte der Nahrungsmittel-Kühlung; besondere Ausführungsformen von Kühlschränken — 16 verschiedene Fabrikate werden beschrieben— ein eigenes Urteil zu bilden. Wer sich noch eingehender mit dem Stoffe beschäftigen will, findet in dem beigefügten Literaturnachweise die hierfür erforderlichen Hilfsmittel zusammengestellt. Ein kurzes Sachregister macht das kleine, 66 Seiten umfassende Heft auch als Nachschlagebuch wertvoll.

Bücher, wie das vorliegende, sind zweifellos geeignet, das Interesse an den Haushaltungs-Kühlschränken zu fördern.

B. Thierbach.

Buchhaltung und Bilanz auf wirtschaftlicher, rechtlicher und mathematischer Grundlage für Juristen, Ingenieure, Kaufleute und Studierende der Betriebswirtschaftslehre mit einem Anhang: Buchhaltung und Bilanz bei Geldwertschwankungen. Von Prof. Dr. h. c. J. F. Schär, 6. durchges. u. erw. Aufl. v. Prof. Dr. W. Prion. Mit XIV u. 368 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 16 RM.

Prion hat die „Buchhaltung und Bilanz" von Schär in 6. Auflage in im wesentlichen unveränderter Gestalt neu herausgegeben. Das Buch bedarf keiner Empfehlung mehr. Der 3. Teil, der das Buchführungs- und Bilanzrecht enthält, ist dem heutigen Stand entsprechend einer Umarbeitung unterzogen worden. Die während der Drucklegung erschienene kleine Aktienrechtsnovelle (Notv. vom 19. IX. 1931) kam allerdings nur noch ohne Kommentar zum Abdruck; dadurch ging die Möglichkeit verloren, diese wichtige Neuregelung, die den Buchhalter z. T. vor neue und schwierige Aufgaben stellt, gebührend zu berücksichtigen.

Leitner.

Prover med Modellturbiner for Morkfoss-Solbergfossanlegget. Von Prof. G. Sundby. (Mitt. des Wasserkraftlaboratoriums der T. H. Trondhjem.) Mit 61 Abb. u. 80 S. in 8⁰. Komm.-Verlag F. Bruns Bokhandel, Trondhjem 1928. Preis geh. 3,80 Kr.

Wohl bei keiner Wasserkraftanlage sind bezüglich der Turbinen so eingehende und über die Wirkungsgradbestimmung und das Betriebsverhalten hinausreichende, ins Wissenschaftliche gehende Versuche ausgeführt worden, wie bei Lilla Edet, u. zw. von der Schwedischen Wasserfalldirektion und bei der hier in Rede stehenden Anlage auf Veranlassung des Norwegischen Staates und der Stadt Oslo als gemeinsame Besitzer der Anlage durch die Technische Hochschule in Trondhjem. Die Anlage selbst nutzt in zunächst 7 vertikalen Francis-Turbinen für je 12 000 PS unter 23,35 ... 16 m Gefälle den Glommenfluß aus. Da die Lieferfirmen (Kvaerner Brug und Myrens Verksted) zunächst nur 84 % Wirkungsgrad garantiert hatten, wurde je eine Modellturbine in ein Viertel der Konstruktionsgröße bei einem Gefälle bis zu 4,5 m mit je mehreren Laufrädern verschiedener Schaufelzahlen und konstruktiver Ausführung durchgebremst. Hierbei wurde durch umlaufende Pitotrohre die Druckverteilung im Schaufelraum des Laufrades vor und hinter den Schaufeln, durch feststehende Pitotrohre die Druck- und die Geschwindigkeitsverteilung im Saugrohr ermittelt. Zur Auswertung und zum Vergleich der Wirkungsgradergebnisse hat Sundby einen neuartigen Weg eingeschlagen und beschrieben: Alle Werte werden auf eine ideelle Turbine umgerechnet, welche 1 m³/s unter einem Gefälle von $\frac{1}{2g}$ in m bei der Beaufschlagung und Drehzahl des besten Wirkungsgrades verbraucht; die üblichen Muschelkurven der Wirkungsgrade lassen sich dann vergleichsweise aufeinanderlegen. Von besonderem Interesse sind die Ergebnisse über die Druckverteilung in Laufrad und Saugrohr und der Einfluß der Konstruktionsänderungen (Schaufelzahl, Zuschärfung der Schaufeln, Saugrohrform).

Über die hydraulischen Ergebnisse hinaus interessiert das mittelbare wirtschaftliche Ergebnis, daß durch solche eingehenden wissenschaftlichen Vorprüfungen und Auswertung der Erkenntnisse die Lieferfirmen die Wirkungsgrade um 8 ... 10 % gegenüber den ursprünglichen Garantiewerten verbessern konnten, wodurch die zunächst vielleicht abschreckend hohen Kosten solcher Vorarbeiten sich reichlich verzinsen.

C. Reindl.

Eingegangene Doktordissertationen.

Gerhard Bornitz, Über die Ausbreitung der von Großkolbenmaschinen erzeugten Bodenschwingungen in die Tiefe. T. H. Breslau 1931.

Johannes Fischer, Thermoelektrische Meßgeräte zur Messung elektrischer Zustandsgrößen. T. H. Karlsruhe 1930.

Wilhelm Geldbach, Über den Einfluß geringer Zusatzmengen in den Schweißdrähten auf die Schweißung des Kupfers. T. H. Berlin 1931. Sonderdr. aus „Autog. Metallbearb." 1931, H. 21/22, Verlag Carl Marhold, Halle a. S.

Walter Hönisch, Die Anwendung umhüllter Elektroden in der Schweißtechnik. T. H. Berlin 1931.

Günther G. Kromrey, Über die Polarisationskapazität von Quecksilberelektroden. T. H. Berlin 1930. Sonderdr. aus „Z. physik. Chem. Abt. A." Bd. 157, 1931, S. 213—241, Akademische Verlagsges. m. b. H., Leipzig.

Willibald Leitgebel, Über das Sieden einiger Metalle und Legierungen bei Atmosphärendruck. T. H. Berlin 1931. Sonderdr. aus „Z. anorg. allg. Chem." Bd. 202, 1931, H. 3 u. 4, Verlag Leopold Voß, Leipzig.

Hans Lübke, Straßen und Plätze im Stadtkörper; die Leistungsfähigkeit großstädtischer Verkehrsanlagen. T. H. Berlin 1931.

Erich Müller, Die Sicherheit der Radkörperbereifung der Eisenbahnfahrzeuge, beurteilt auf Grund von Verformungs- u. Wärmemessungen beim Bremsen. T. H. Berlin 1931. (Erscheint auch als selbständiges Buch, Verlag von „Glasers Ann.", Berlin.)

Walter Müller, Ändert sich die barometrische Höhenverteilung von Kolloidteilchen mit dem elektrokinetischen Potential? T. H. Berlin 1930.

Alfred Ruß, Einfluß der Herstellung und Verarbeitung des Glases auf seine Sprödigkeit. T. H. Hannover 1931. Sonderdr. aus „Glastechn. Ber." Bd. 9, 1931, H. 9/10.

Kurt Schnauffer, Verbrennungsgeschwindigkeiten von Benzin-Benzol-Luftgemischen in raschlaufenden Zündermotoren. T. H. Berlin 1931. Sonderdr. aus dem Sonderheft Dieselmaschinen V, VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin.

Heinz Steffen, Über Geschwindigkeitsmesser für Hauptschacht-Fördermaschinen und ihre Meßgenauigkeit, besonders im Hinblick auf die Verwendbarkeit ihrer Diagramme bei der Beurteilung von Förderunfällen. T. H. Berlin 1931. Sonderdr. aus „Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes." 1931. Verlag Wilh. Ernst & Sohn, Berlin.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Metallpreise im 2. Vierteljahr 1932[1]. — Das Pfund Sterling lag während der Berichtszeit zwischen 16 und 15¼ RM; größere Schwankungen, welche die Metallnotierungen an der Londoner Börse stärker beeinflußten, fanden nicht statt.

Kupfer: Trotz starker Unterbietungen in Europa Anfang April hielt das Kartell an seinem offiziellen Verkaufspreis von 6,25 cts/lb[2] fest. Dann wurde wieder zur Taktik der

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1048; 1932, S. 448.

[2] Mit Rücksicht auf die Bedeutung der Londoner Metallbörse sind die Notierungen für Zinn, Quecksilber, Zink und Blei in englischer Währung gebracht. D. S.

Konzessionspreise gegriffen; am 6. IV. wurde eine beschränkte Menge zu 6 cts freigegeben. Der Versuch Mitte des Monats, den Konzessionspreis aufzuheben (18. IV.), schlug fehl; bereits am folgenden Tage wurde, um überhaupt verkaufen zu können, ein Preis von 6,125 cts zugestanden, der am 20. IV. auf 6 cts herabgesetzt wurde. Inzwischen nahmen die Unterbietungen zu. Anfang Mai lagen die Außenseiterangebote bei 5,75 cts. Aber erst am 13. V. kam das Kartell mit einem neuen Konzessionspreis von 5,625 cts heraus. Eine Anpassung an die Außenseiterpreise war damit aber nicht gefunden, da letztere weiter heruntergingen (Anfang Juni 5,30 cts). Bei Einführung des US-Kupferzolles wurde der Konzessionspreis auf 5,50 cts herabgesetzt (20. VI.). Die Einführung des US-Kupferzolles führte zur

Metall	Sichtbare Vorräte am Monatsende: Januar 1929	März 1932	April 1932	Mai 1932	Weltproduktion: Jahresdurchschnitt 1929	März 1932	April 1932	Mai 1932
Kupfer (sh. tons)	—	—	—	—	178 000	nicht bekanntgegeben		
Raffinade (Nord- und Südamerika)	62 700	nicht bekanntgegeben			—	—	—	—
Blister (Nord- und Südamerika)	119 000				—	—	—	—
Blei (sh. tons)	—	—	—	—	160 500	111 500	107 900	115 300
Raffinade in den V. S. Amerika	35 000	169 100	169 400	173 900	—	—	—	—
Zink (sh. tons)[2]	—	—	—	—	135 100	802 000	75 800	74 200
Roh in den V. S. Amerika	45 900	129 500	132 000	132 600	—	—	—	—
Roh in Großbritannien	2 000	26 200	25 100	24 100	—	—	—	—
Zinn (lg. tons)	—	—	—	—	—	—	—	—
Weltvorräte	23 700	53 800	54 000	54 800	—	—	—	—

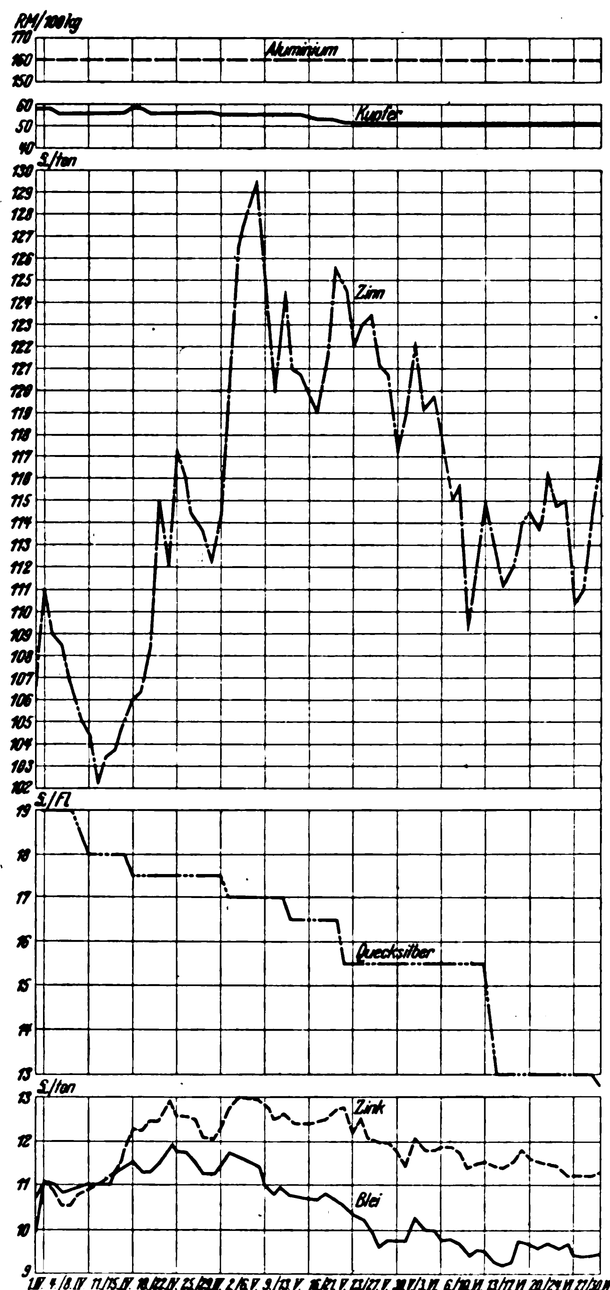


Abb. 1. Metallpreise im 2. Vierteljahr 1932.

Aluminium: 98/99%, Blöckchen — Elektrolytkupfer: Delnotiz, Berlin — Zinn: per Kasse, London — Zink: nahe Sichten, London — Blei: nahe Sichten, London — Quecksilber: in £/Flasche zu 70/80 lbs, Hamburg.

Sprengung der Copper Exporters Inc. durch Austreten von Phelps Dodge und der ausländischen Gruppen. Die Folge war u. a. ein weiterer Preissturz. Die Marktlage ist jetzt die, daß das Rumpfkartell unter Festhalten an einem „offiziellen Preis" von 6,25 cts zu 5,50 cts anbietet, die Außenseiterpreise dagegen bei 5 cts liegen; die Angebote des Kartells sind also für Europa gänzlich bedeutungslos geworden. Die Delnotiz wich im 2. Vierteljahr immer stärker von den früher als Grundlage dienenden Kartellpreisen ab.

Blei und Zink: Bis Mitte Mai konnten beide Metalle, am Gold-£ gemessen, ihren Preisstand behaupten, dann verloren sie etwa je 1 Gold-£ bis Ende des Monats; Blei erlitt insbesondere Preiseinbußen infolge Ergebnislosigkeit der im Juni stattgefundenen Produzentenverhandlungen. Beachtlich ist, daß der Preis für Zink jetzt dauernd über dem Blei-Preis liegt.

Zinn: Die im letzten Bericht schon erwähnten Schwierigkeiten im Zinn-Pool, Exekutionsgeschäfte infolge Schwachwerden einer französischen Maklerfirma usw., führten Anfang April zu enormen Preisstürzen (am 12. IV. = 79¾ Gold-£). Infolge von Deckungskäufen erholten sich die Preise etwas. Gerüchte über zeitweise Stillegung der Zinngruben entfesselten eine rein spekulative Zinnhausse, die den Preis bis auf 97⅝ Gold-£ am 6. V. trieb. In der folgenden Zeit waren die Zinn-Notierungen schärfsten Schwankungen unterworfen, je nachdem die Meldungen über Restriktionspläne der Zinnerzeuger bewertet wurden. Am 6. VI. traf den Zinnmarkt ein neuer Schlag durch den Zusamenbruch der großen Londoner Zinn-Maklerfirma Lazarus & Sons. Die offizielle Londoner Börsennotierung wurde um einen Tag ausgesetzt. Eine stärkere Deroutierung des Marktes konnte aber infolge Einspringens anderer Firmen vermieden werden. Am Quartalschluß notierte Zinn etwa 82 Gold-£.

Aluminium und Nickel: Unverändert.

Quecksilber: Den am Quecksilbermarkt Ende des 1. und Anfang des 2. Vierteljahres herrschenden Unterbietungen folgte das Kartell offiziell zunächst nicht; jedoch wurde Syndikatsware zu Außenseiterpreisen (Ende Mai 47½ $) verkauft. Erst Anfang Juni wurde der Syndikatspreis von 65 $ auf 50 $ herabgesetzt. Eine Anpassung an den freien Markt konnte damit aber auf die Dauer nicht gefunden werden; Ende Juni lag Außenseitermaterial bei 38½ $ cif Antwerpen. Die Hamburger Notierung fiel von 19 auf 12¾ £ je Flasche.

Preisindexziffer der „Metallwirtschaft".

1909/13 = 100	März 1932 Monatsdurchschnitt	April	Mai	Juni
Gesamtindex	52,6	50,9	49,6	47,3
Kupfer	43,3	42,2	39,7	38,1
Blei	57,8	53,9	51,6	45,3
Zink	39,5	39,0	40,0	37,0
Zinn	56,7	50,1	53,1	50,3
Aluminium	111,1	111,1	111,1	111,1
Nickel	107,7	107,7	107,7	107,7
Antimon	79,2	75,1	66,7	55,4

Lw.

Abschluß des Heftes: 29. Juli 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Isogekapselte Sterndreieckschalter.

Mitteilung der AEG.

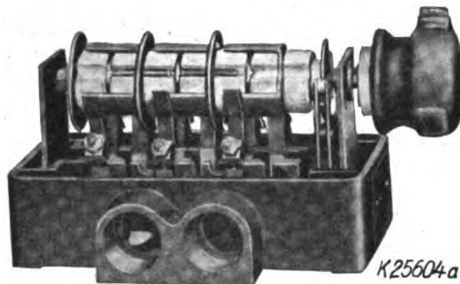
Die Verwendung von Doppelnutmotoren in Verbindung mit Sterndreieckschaltern nimmt immer mehr zu, da die einfache Bedienung Fehlschaltungen ausschließt, der Preis niedriger als der eines Schleifringmotors mit Anlasser und die Abnutzung bedeutend geringer ist. Bei Verwendung von Anlassern besteht noch die Gefahr, daß bei zu langsamem Schalten die Widerstände durchbrennen. Der Anlaufstrom ist nicht größer als der von Schleifringmotoren, so daß zum Nennstrom abgesichert werden kann. Das Anlaufmoment reicht fast für alle Arbeitsmaschinen aus. In feuchten und staubigen Räumen müssen bei Schleifringmotoren meist Ölanlasser verwendet werden, die sich aber nicht für ortsveränderliche Aufstellung eignen; anderseits sind gekapselte Anlasser verhältnismäßig groß und teuer. Der Sterndreieckschalter kann dagegen in gekapselter Ausführung klein und billig hergestellt werden, so daß sich ihm in Verbindung mit dem Doppelnutmotor besonders in der Landwirtschaft ein weites Verwendungsgebiet erschlossen hat.

Die AEG hat, von der Erwägung ausgehend, daß die Apparate für die Landwirtschaft mit besonders großer Sicherheit ausgeführt werden müssen, einen isogekapselten Sterndreieckschalter entwickelt. Gehäuse und Handgriff bestehen aus Isoliermaterial und schaffen eine unbedingte Sicherheit gegen Berührungsgefahr, die gerade in der Landwirtschaft mit ihrer Feuchtigkeit und Staubmenge besonders groß ist. Da der zur Verwendung kommende Isolierstoff Tenacit sehr zäh ist und seine Festigkeit der des Gußeisens nahekommt, ist der isogekapselte Schalter dem mit gußeisernen Gehäuse in mancher Beziehung überlegen. Durch sein außerordentlich geringes Gewicht eignet er sich auch besonders für die Ausfuhr. Kräftige Rasten und Sprungschaltung sowie widerstandsfähige Ausführung des Kontaktmaterials bürgen für einwandfreien Betrieb auch bei rauher und ungeschickter Bedienung.

Der Schalter wird als Walzenschalter ausgeführt. Die Kupfersegmente sind auf einer isolierten Vierkantwelle aufgereiht und durch zwischenliegende Steatitstücke voneinander isoliert. Die Steatitstücke verhindern gleichzeitig, daß die Segmente fahrlässig oder absichtlich verbogen werden können. Die Walze ist mit der Rastenscheibe in zwei Eisenblechwinkeln gut gelagert und läßt sich sehr einfach ausbauen. Der Handgriff besteht aus Porzellan, hat aber infolge seiner gedrungenen Form eine sehr große Festigkeit. Ein an der inneren Seite des Bedienungselements vorgesehener Rand ragt durch eine im Deckel des Schalters befindliche Öffnung und wird von einem hinter der Öffnung angeordneten Filzring gut abgedichtet. Der Griff sitzt nicht fest auf der Welle, sondern ist durch eine besondere Fortschnellfeder mit der Welle elastisch gekuppelt, so daß die Walze beim Überschalten nicht festgehalten werden kann, sondern durch die gespannte Feder, unterstützt durch die Rastenfeder, in die nächste Stellung hinübergeschnellt wird. Außerdem werden die Stöße der Walzenbewegung nicht auf den Handgriff übertragen; der Schalter läßt sich daher weich und angenehm schalten. Bei Verwendung dieser Sprungschaltung wird beim Überschalten von der Stern- in die Dreieckstellung die Stromzufuhr nur sehr kurze Zeit unterbrochen, so daß die Drehzahl des Motors nicht merklich abfällt und der Überschaltstrom nicht größer als der Einschaltstrom wird. Doppelnutmotoren können daher genau so wie Schleifringmotoren zum Nennstrom abgesichert werden. Der Schaltwinkel des Stern-Dreieckschalters beträgt 120°. Hierdurch wird eine große Schaltsicherheit erreicht, so daß der Schalter auch den Überschaltstrom des festgebremsten Motors schalten kann, ohne im geringsten beschädigt zu werden. Geschaltet wird von „0" über „Stern" nach „Dreieck" und von hier wieder zurück nach „0"; nur von der Stern-Stellung nach „0" ist ein Zurückschalten möglich. Gleichzeitig wird auch verhindert, daß der Schalter von Null über Stern nach Dreieck durchgerissen wird, da man beim Schalten gezwungen ist nachzugreifen, so daß der Motor inzwischen Zeit zum Hochlaufen gewinnt.

Entsprechende Stellungsmarken sind erhaben auf den Deckel des Schalters aufgepreßt. Bei dem kleineren Schalter bestehen die Kontaktfinger aus gebogenen Bronzefedern, die bei dem größeren Schalter für höhere Leistungen noch besondere Kontaktstücke tragen. Sie sind unmittelbar auf den Rippen des Unterteils befestigt und lassen sich leicht auswechseln. Zur guten und einfachen Verbindung mit den Zuführungsleitungen sind bei der größeren Ausführung noch besondere Anschlußstücke vorgesehen.





Isogekapselter Sterndreieckschalter.

Der Unterteil mit Walze und Kontaktfinger wird durch einen Deckel, an dessen vorderer Wand sich eine Öffnung für die Durchführung des Walzenwellenstumpfes befindet, gut abgedeckt und das Handrad nach Befestigung des Deckels seitlich aufgesetzt. Da das gewählte Material für das Gehäuse sehr glatte Abschlußflächen ergibt, ist eine einwandfreie Abdichtung gewährleistet. Um weitergehende Wünsche zu erfüllen, kann außerdem noch eine Dichtungsschnur eingelegt werden. Für die Kabeleinführung sind auf jeder Seite zwei Öffnungen mit Panzerrohrgewinde vorgesehen. Bei Lieferung sind die Löcher durch die durchgehende Wand verschlossen und müssen beim Anschließen je nach Bedarf durchgestoßen werden. Für die Einführung von Feuchtraumleitungen sind Kabelstopfbuchsen aus Isolierstoff mit Gummidichtungen vorgesehen. Eine besondere Klemme im Schalter ermöglicht auch die Durchführung des Nulleiters.

Die Schaltleistung der kleinen Ausführung beträgt 4 kW bei 220 V, 7,5 kW bei 380 V und 10 kW bei 500 V, die der großen Ausführung 7,5 kW bei 220 V, 12,5 kW bei 380 V und 16,5 kW bei 500 V. Trotz dieser für die kleinen Schalter ziemlich hohen Leistungen ist die Kontaktabnutzung sehr gering.

Die gewählte Form in schwarzem blanken Isoliergehäuse aus Tenacit gibt dem Schalter ein gutes Aussehen. Mit abgeänderter Walze kann der Schalter auch als Polumschalter, Einschalter und Umschalter sowie als Anlaßschalter mit einer Widerstandstufe ausgeführt werden. In diesem Falle ist der Widerstand getrennt anzuordnen.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 11. August 1932 | Heft 32

Technische Grundlagen und Anwendungen gesteuerter Gleichrichter und Umrichter*.

Von Dr.-Ing. E. h. M. Schenkel, Berlin.

Während in der Schwachstromtechnik die gesteuerten Vakuumapparate bereits große Bedeutung erlangt haben, hat sich erst neuerdings durch die Weiterentwicklung der „Stromrichter“[1] für große Leistungen auch in der Starkstromtechnik eine große Anzahl von Anwendungsmöglichkeiten für diese Apparate ergeben.

Die wichtigsten Anwendungen der gesteuerten Stromrichter sind in der folgenden Tafel übersichtlich zusammengestellt. Die drei Hauptgruppen sind:

1. Spannungsregelung,
2. Frequenzumformung,
3. Schalter.

I. Gruppe „Spannungsregelung“
- A. mit 1 Mehrphasengefäß: (Energierückgabe möglich)
  1. Spannungsregelung in Unterwerken
  2. Anlassen und Regeln der Geschwindigkeit von Motoren (Walzwerke)
  3. Gleichrichterlokomotive für Frequenz 50 Hz
- B. mit 2 Mehrphasengefäßen: (Energierückgabe notwendig)
  1. Fördermaschinenantrieb
  2. Energieübertragung Drehstrom-Gleichstrom (ev. hohe Sp.) - Drehstrom, Frequenz 15 ... 500 Hz
  3. Energieübertragung Drehstrom-Gleichstrom-Einphasenstrom, Frequenz 15 bis 500 Hz
  4. Lastausgleich für Bahnen
- C. mit „Röhren“
  1. Regelung von Kleinmotoren (Amerika)

II. Gruppe „Frequenzumformung“
- A. mit 2 Mehrphasengefäßen:
  1. Niederfrequenzumformung für Elektroöfen
  2. Energieübertragung Drehstrom-niederfrequ. Einphasenstrom (Umrichtung) (Energierückgabe möglich)
- B. mit „Röhren“
  1. Hochfrequenzumformung mit „Röhrengeneratoren“, Frequenz 250 ... > 20 000 Hz

III. Gruppe „Schalter“
- A. mit 1 Mehrphasengefäß:
  1. Abschalten von Netzkurzschlüssen und Rückzündungen
  2. Regelbarer kommutatorloser Gleichstrom- oder Einphasenstrommotor (Lokomotive für Frequenz 50 Hz)
  3. Blindlastregelung für Großnetze
- B. mit „Röhren“
  1. Theaterbeleuchtung (Amerika)
  2. Punkt-Schweißmaschinen (Amerika)
  3. Schüttelmagnete
  4. Signale und Relais
     - a) Überwachung von laufend hergestellten Erzeugnissen
     - b) Überwachung von Feuerungen (z. B. Öl-)
     - c) Kabelprüfungen
     - d) Lichtsignale für den Straßenverkehr
     - e) Hochspannungsrelais
     - f) Spannungsregeleinrichtungen
     - g) Zeitverzögerungsrelais
     - h) Temperaturüberwachung
     - i) Vibrationsbeobachtung
     - k) Fernsteuerungen
  5. Hilfskreis-Stromversorgung für I ... III

In den einzelnen Gruppen ist angegeben, ob die Aufgaben mit einem oder mehreren Mehrphasengefäßen zu lösen sind, ferner, welche Energierichtungen in Frage kommen.

Im 1. Teil der folgenden Ausführungen werden die technischen Grundlagen der Steuerung des Starkstromventiles geschildert, im 2. Teil wird das Zusammenwirken mehrerer solcher Ventile in einem oder mehreren Mehrphasengefäßen behandelt, während im 3. Teil die einzelnen Anwendungen der mehrphasigen Stromrichter ausführlich behandelt werden sollen.

Die Entwicklung von gesteuerten Stromrichtern für Starkstromzwecke ist auch mit der „Vakuumröhre“ der Schwachstromtechnik in Angriff genommen worden. Dieser Apparat besitzt nur eine Anode, die in der Regel räumlich über der Kathode angeordnet ist, so daß sich für das Vakuumgefäß von selbst die Röhrenform ergibt. Mit den Röhren ist es möglich, eine ganze Anzahl von Aufgaben zu lösen, die großenteils in das Gebiet der Schwachstromtechnik fallen, aber auch in die Starkstromtechnik herüberreichen. Ein größeres Anwendungsgebiet ergibt sich für die Steuerröhre hauptsächlich dort, wo sie als Schalter oder Relais in Verbindung mit einer Photozelle verwendet werden kann. 80 % aller bisher bekannten Anwendungen der Steuerröhre gehören in dieses Gebiet.

1. Grundzüge der Steuerung elektrischer Vakuumventile.

Die Wirkungsweise des elektrischen Ventils mit Gittersteuerung kann man durch einen Vergleich mit einem Wasserventil nach Abb. 1 erläutern. Eine Klappe c

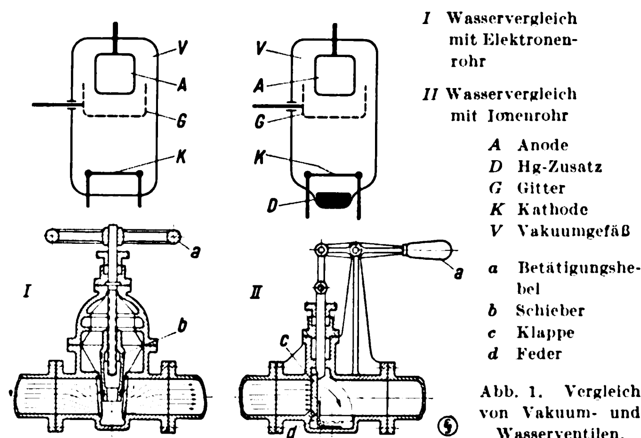


Abb. 1. Vergleich von Vakuum- und Wasserventilen.

(rechts unten), welche in der dargestellten Lage das Wasser am Fließen verhindert, kann durch einen Betätigungshebel a geöffnet werden und gestattet dann dem Wasserstrom den Durchtritt. Sie wird durch den Druck des fließenden Wassers entgegen dem Federdruck d in geöffneter Stellung gehalten. Wenn wir nun annehmen, daß das Wasser durch irgendeine äußere Ursache, z. B. einen Gegendruck, zum Stillstand kommt, dann wird die Klappe c durch die Feder d wieder aufgerichtet und klinkt in den Hebel a ein. Von diesem Moment ab ist der Stromweg wieder gesperrt. Wir nehmen nun weiter an, es wären mehrere solche Ventile im Zuge der Leitung nebeneinander angeordnet. Wird nun ein zweites Ventil geöffnet, so kann man sich vorstellen, daß bei geeigneten Strömungsver-

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 2. II. 1932, gekürzte Wiedergabe. Besprechung auf Seite 770 dieses Heftes. Wir bringen den Vortrag und die Besprechung in einem Heft, um die Übersicht über die schwierige Frage nicht zu stören. D. S.

Der Vortrag war verbunden mit einer Vorführung folgender Anwendungen von 2 gittergesteuerten Glasgleichrichtern:
1. Regelung der Gleichspannung mit Gittersteuerung; Belastung auf Voltmeter und Lampen.
2. Anfahren und Drehzahlregelung eines Motors.
3. Abbremsen des Motors nach Umpolen; Energierückgabe ins Netz.
4. Umformung Drehstrom-Gleichstrom-Drehstrom mit einem Gleichrichter und einem Wechselrichter.
5. Vorwärts- und Rückwärtsfahren eines Motors ohne Umpolen mit 2 Gleichrichtern.
6. Umrichtung von Drehstrom in Wechselstrom.

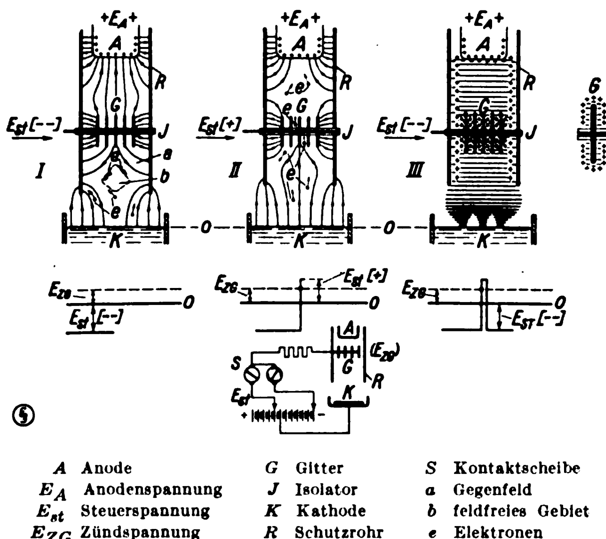
[1] Nach einem Vorschlage von Wechmann soll für alle Abarten von elektrischen Vakuumapparaten der gemeinsame Sammelname „Stromrichter“ Verwendung finden.

hältnissen der Strömungsdruck im ersten Ventil so weit verringert wird, daß das erste Ventil schließt und der Strom nunmehr durch das zweite Ventil allein geführt wird. Auf diese Weise kann der Strom der Reihe nach einzelne Ventile passieren.

Das elektrische Ventil mit Gittersteuerung, welches dieselben Eigenschaften hat wie das beschriebene Wasserventil, ist in Abb. 1 rechts oben dargestellt. Zwischen der Kathode *K* und der Anode *A* der gezeichneten Röhre ist ein Gitter *G* angebracht, welches von außen her an geeignete Spannungen gelegt werden kann und dieselbe Rolle spielt, wie bei dem beschriebenen Wasserventil die Klappe *c* zusammen mit dem Betätigungshebel *a* und der Feder *d*. Mit einem solchen Ventil kann man also einen Gleichstrom in einem beliebigen Zeitpunkt in Gang setzen, aber nicht mehr hinterher absperren. Beim Durchgang des Stromes durch Null wird der Stromweg selbsttätig wieder gesperrt. Bei mehrphasiger Anordnung der Ventile kann die Sperrung eines stromführenden Ventils dadurch erreicht werden, daß ein anderes parallel liegendes Ventil geöffnet wird.

Diese Grundeigenschaften des Starkstromventils treten dann auf, wenn das Gefäß eine gewisse Dampfmenge niedrigen Druckes enthält, in der Regel Quecksilberdampf. Unerheblich ist dabei, ob die Kathode *K* getrennt geheizt wird, oder ob die Kathode mit der dampfbildenden Substanz vereinigt wird, wie dies beim Quecksilberdampf-Stromrichter der Fall ist. Als geeigneter deutscher Name für ein elektrisches Ventil mit den geschilderten Eigenschaften sei das Wort „Stromtor" vorgeschlagen[2].

Die aus der Rundfunktechnik bekannte Steuerröhre unterscheidet sich vom Stromtor dadurch, daß ihr die dampfbildende Substanz fehlt (Abb. 1 links oben). Die Folge davon ist, daß sie wie ein Ventil wirkt, durch das ein veränderlicher Widerstand in den Stromkreis eingefügt wird (Abb. 1 links unten). Die Einfügung dieses Widerstandes macht dieses Ventil für die Starkstromtechnik wegen der zu großen Verluste unbrauchbar. Dagegen arbeitet das Stromtor mit nur ganz geringen Verlusten. Beim Hochregeln der Gitterspannung von Null an fließt zuerst kein Strom. Bei einem bestimmten Wert derselben wächst der Strom unmittelbar auf seinen Wert an, dessen Größe praktisch nur durch den äußeren Kreis bestimmt ist. Nach dem Einsetzen des Stromes ist derselbe nicht mehr durch die Gitterspannung zu beeinflussen.



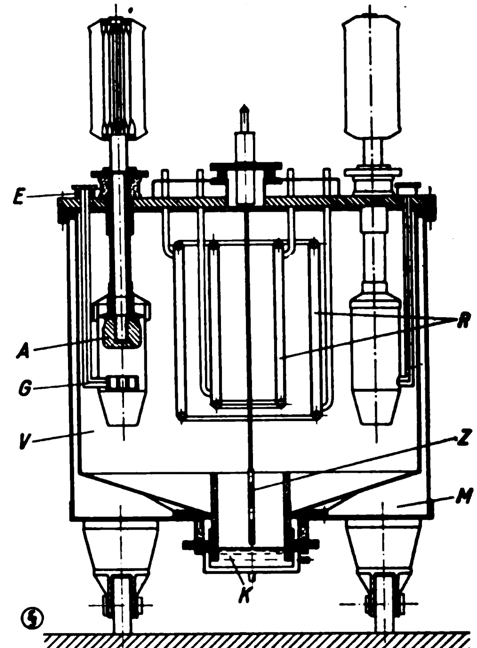
A Anode, E_A Anodenspannung, E_{st} Steuerspannung, E_{ZG} Zündspannung, *G* Gitter, *J* Isolator, *K* Kathode, *R* Schutzrohr, *S* Kontaktscheibe, *a* Gegenfeld, *b* feldfreies Gebiet, *e* Elektronen

I Anode gesperrt, E_{st} negativ
II Anode zündet, E_{st} positiv
III Anode brennt, E_{st} negativ

Abb. 2. Feldverteilung am Stromtor.

An Hand von Abb. 2 soll nunmehr das elektrische Verhalten des Stromtores erläutert werden. Die oberen Abbildungen zeigen die Verteilung des elektrischen Feldes zwischen Anode und Kathode bei verschiedenen Betriebszuständen, in der Mitte den Verlauf der Steuerspannung E_{st}, unten die grundsätzliche Steuerschaltung mit einer umlaufenden Kontaktscheibe. Der Lichtbogen wird vor der Anode durch ein isoliert aufgehängtes Metallschutzrohr *R* geführt, in welches ebenfalls isoliert das Steuergitter *G* eingebaut ist (wie bei der praktischen Ausführung).

Links oben ist die Feldverteilung für den gesperrten Zustand gezeichnet, bei dem das Gitter *G* an negativer Spannung liegt. Entgegen den allgemeinen Gepflogenheiten sind die Feldlinien von den negativen zu den positiven Potentialstellen hin gezeichnet, die Pfeile direkt die Kraftrichtung angebend, in welcher das elektrische Feld auf die negativ geladenen Elektronen einwirkt. In diesem Betriebszustand besteht zwischen Kathode und Gitter ein feldfreies Gebiet, welches die von der Kathode frei



A Anode, *E* Anschluß für Gitter, *G* Gitter, *K* Kathode, *M* Kühlmantel, *R* Ringkühler, *V* Vakuumkessel, *Z* Zünd- und Erregeranode

Abb. 3. Steuerbarer Quecksilberdampf-Großgleichrichter der SSW für 2000 A, 850 V.

werdenden Elektronen nicht passieren, weil das negative Gitter sie abstößt. Also können keine Ladungsträger bis zur Anode gelangen; der Stromweg bleibt gesperrt. Die höchste sperrbare Spannung zwischen Anode und Kathode, die sog. Sperrspannung, hängt in erster Linie von der räumlichen Anordnung der einzelnen Teile ab bzw. vom Eintritt der Entionisierung der Entladungstrecke. Die Mitte der Abb. 2 zeigt den Zündmoment, in welchem die Gitterspannung positiv wird. Die negativen Ladungsträger werden zum Gitter hin beschleunigt, können durch das Gitter hindurch zur Anode gelangen und den Stromdurchgang einleiten. Ist der Lichtbogen ausgebildet, so ist die Entladungsbahn mit beweglichen Ladungsträgern beider Polaritäten ausgefüllt, so daß ein Anlegen von negativen Spannungen an das Gitter ein Löschen des Bogens nicht mehr bewirken kann. In diesem Falle (rechts) wird das negative Feld des Gitters durch räumlich sehr dünne positive Raumladungen vollständig abgeschirmt, so daß es nicht mehr auf die Ladungsträger in der Entladungsbahn einwirken kann. Erst wenn nach Erlöschen des Lichtbogens die Entionisierung des Raumes wieder eingetreten ist, kann die Gitterspannung wieder zur Wirkung kommen. Es ergibt sich dann wieder die Feldverteilung entsprechend links.

Durch die Vereinigung mehrerer solcher Stromtore in einem gemeinsamen Vakuumgefäß mit gemeinsamer Quecksilberkathode entsteht der steuerbare Quecksilberdampf-Großgleichrichter. Abb. 3 zeigt einen Stromrichter der SSW für 2000 A, 850 V. Isolierte Steuergitter sind genau wie in Abb. 2 eingebaut und mit Klemmen an der Deckelplatte verbunden; elektrische Feldverteilungen und Wirkungen auf die Anodenstromkreise wie oben beschrieben. Da die Anodenschutzrohre erfahrungsgemäß ein Potential einige Volt über dem der Kathode annehmen und die Steuerspannungen der Gitter elektrisch mit der Kathode verbunden sind (siehe Abb. 2 unten), so bietet die Isolation

[2] In Amerika hat sich die GEC die Bezeichnung „Thyratron" schützen lassen.

der Gitter keine besonderen Schwierigkeiten (Kathode geerdet). Auch die konstruktive Durchbildung der in Abb. 4 angegebenen Hochstrom-Gleichrichter beliebiger Leistung mit Gittersteuerung ist grundsätzlich gelöst.

Die Benutzung der Quecksilberkathode bei den Großgleichrichtern hat den großen Vorteil, daß sich das verdampfende Kathodenmaterial immer wieder von selbst rückbildet, und daß Kathoden für hohe Stromstärken praktisch ausführbar sind. Dagegen muß der etwa 17fach überschüssige Dampf wieder kondensiert werden, daher relativ große Kühlflächen. Bei der Verwendung von Glühkathodenröhren wird die Kathode geheizt und die Erzeugung von Dampf getrennt den Erfordernissen angepaßt. Das ergibt kleinere Gefäße ohne besondere Kondensationsflächen und hohe Sperrspannungen, weil der Dampfdruck kleiner ist. Aber erst muß es gelingen, eine haltbare Glühkathode größeren Ausmaßes herzustellen. Damit sie bei einer Temperatur von etwa 1000 °C nicht zuviel Wärme ausstrahlt, muß sie naturnotwendig ein Körper möglichst kleinen Ausmaßes und daher auch geringer Wärmekapazität sein, wodurch sie nicht sehr widerstandsfähig gegen die in der Starkstromtechnik meist auftretenden Überlastungen und Kurzschlüsse ist. Ihr Gefüge leidet unter hohen Temperaturen, so daß sie von Zeit zu Zeit ersetzt werden muß. Demgegenüber besitzt die Quecksilberkathode hohe Lebensdauer und große Unempfindlichkeit gegen Kurzschlüsse[3].



Abb. 4. Hochstrom-Gleichrichter der SSW.

Nach Angabe der GEC können Glühkathodenröhren bis etwa 100 A z. Z. hergestellt werden; die Glühkathode ist für hohe Spannung bei kleinem Strom und die Quecksilberkathode für großen Strom bei relativ niedriger Spannung geeignet[4].

2. Die Steuerung mehrphasiger Spannungen.

Schon Cooper Hewitt, der Erfinder des Quecksilberdampf-Gleichrichters, hatte die Möglichkeit erkannt, durch zeitliche Verlegung der Zündmomente der Anoden eine Steuerung von mehrphasigen Entladungsapparaten zu erreichen[5]. Für die weiteren Erläuterungen wird überall das bereits von Cooper Hewitt angegebene Verfahren zugrunde gelegt, eine Gleichspannung über eine synchron mit der Hauptfrequenz rotierende Kontaktscheibe mit verstellbaren Bürsten an die Gitter anzulegen, wodurch bei plötzlich voller Spannung am Gitter die Zündung im gewünschten Zeitpunkt sehr zuverlässig einsetzt[6].

In Abb. 5 ist das Verfahren mit der Kontaktscheibe genauer angegeben. Als Quelle für die Steuerspannung E_{st} dient eine Batterie, deren Mittelpunkt mit der Kathode des Gleichrichters verbunden ist. Ein Pol liegt über hohen Vorschaltwiderstand R ständig am Steuergitter, so daß der Stromweg im allgemeinen gesperrt ist. Der Pluspol wird über einen Schleifring mit einem Segment der Kontaktscheibe verbunden. Sobald das Segment mit der verstellbaren Bürste Kontakt macht, wird plötzlich für kurze Zeit volle positive Spannung E_{st} an das Gitter gelegt und der Lichtbogen gezündet. Nach Ablauf des Kontaktsegmentes von der Bürste überwiegt negative Spannung am Gitter und bereitet schon die Sperrung des Stromweges vor, die eintritt, wenn der Lichtbogen nach Nulldurchgang des Stromes erlischt.

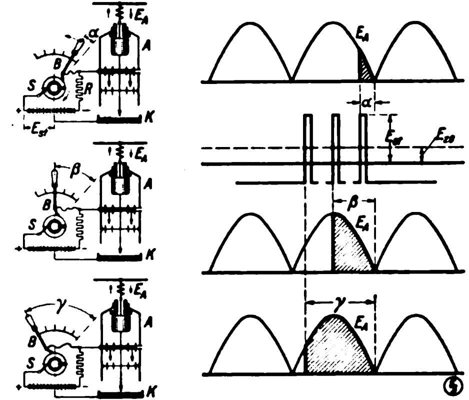


Abb. 5. Steuerung mit Kontaktscheibe S und verstellbaren Bürsten B.

Verschiebt man die Bürste um den Winkel α gegenüber der Nullstellung (Abb. 5 oben) entgegen der Drehrichtung der Kontaktscheibe, so vergrößert man Zeitdauer der Stromführung der Anode und Mittelwert Gleichspannung und Gleichstrom. In Abb. 5 rechts ist der Verlauf der Steuerspannung bei 3 Bürstenverstellungswinkeln α, β, γ angedeutet, ebenso schraffiert der zugehörige Anodenstrom. Volle Phasengleichheit zwischen Stromgrundwelle und Spannung tritt nur bei voller Aussteuerung (Winkel 180 el. Grade) auf. Bei allen übrigen Stellungen ergibt sich zwischen Spannung und Strom ein cos φ, der annähernd proportional mit der gesteuerten Gleichspannung abnimmt. Bei Spannungsregelung mit sechsphasigem Großgleichrichter, gespeist von einem symmetrischen Sechsphasensystem, erhält der Kontaktapparat sechs Bürsten, die entsprechend den einzelnen Phasenspannungen am Umfang der Kontaktscheibe versetzt sind. Bei 50 Hz und synchroner Umlaufzahl der Kontaktscheibe von 1500 U/min entsprechen dem Phasenwinkel von 60 el. Graden 30 Winkelgrade zwischen den Bürsten an der Kontaktscheibe. Man erreicht, daß beim Neuzünden jeder Anode diese der vorhergehenden den Strom abnimmt und deren Stromweg wieder sperrt. Jede der 6 Anoden wird während eines Sechstels der Periode zur Stromlieferung für den Gleichstromkreis herangezogen und nach Ablauf einer vollen Periode wieder gezündet. Das aus der Anodenspannung E_{AU} der Anode U herausgeschnittene wirksame Stück ist aus dem Oszillogramm in Abb. 6 zu ersehen.

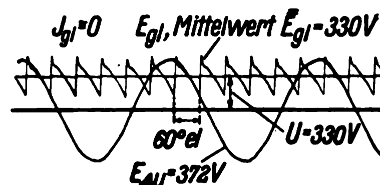


Abb. 6. Spannungskurven bei sechsphasiger Spannungsregelung.

Gibt man die Symmetrie in Anordnung der Bürsten und in Belastung der einzelnen Anoden auf, so sind mit ähnlichen Schaltungen verschiedenste Aufgaben der Frequenzumformung lösbar, so zeigt Abb. 7 ein Beispiel für Umrichtung von 50 Hz Drehstrom in 16⅔ Hz Einphasenstrom. Für positive und negative Wechselstrom-Halbwelle dient je ein besonderer Umrichter. Beide Umrichter sind, bezogen auf die Belastung, gegeneinander geschaltet. Die Kontaktscheibe, mit 1000 U/min umlaufend, veranlaßt während voller Umdrehung sämtliche Anodenzündungen für eine 16⅔-Periode. Die Abstände der einzelnen Bürsten

[3] Bei Leistungsvergleichen zu beachten: Als Kenndatum für einphasige Glühkathodenröhren sind meist der zulässige höchste Momentanwert des Stromes und die höchste Sperrspannung der Röhre angegeben, bei den Gleichrichtern jedoch der Gleichstromwert des Kathodenstromes und die höchste zulässige Gleichspannung, die bei den üblichen Schaltungen ungefähr halb so groß ist wie die Sperrspannung der Anoden. Man kann also z. B. mit 6 einphasigen Glühkathodenröhren für 10 A Höchststrom und 1000 V Sperrspannung bei sechsphasiger Spannung grundsätzlich dasselbe leisten wie mit einem sechsanodigen Gleichrichter für 10 A und 500 V Gleichspannung.

[4] Electr. Wld., N. Y., Bd. 97, S. 488 (1931); Proc. Instn. Radio Engr. Bd. 19, S. 1561 (1931).

[5] DRP 163 868 v. 26. VI. 1903 u. DRP 169 041 v. 25. VI. 1903.

[6] Eine andere, ebenfalls von Cooper Hewitt angegebene Methode verwendet Zusatzspannungen der Hauptfrequenz für die Gitter, die in der Phase gegenüber der Hauptspannung verschoben werden. Man kann diesen Zusatzspannungen der Gitter auch eine Gleichspannung veränderlicher Höhe oder eine Wechselspannung kleinerer Frequenz überlagern, je nachdem der Stromrichter der einfachen Spannungsregelung dienen soll oder der Umrichtung auf andere Frequenzen. Auf die verschiedenen Methoden der elektrischen Gitterbeeinflussung soll hier nicht näher eingegangen werden.

richten sich nach der Forderung, daß die einzelnen, aus den Anodenspannungen herausgeschnittenen Kurvenstücke (Abb. 8) in ihrer Gesamtheit eine sinusförmige Grundwelle der Frequenz 16⅔ Hz ergeben müssen. Die einzelnen Anoden werden nicht mehr nach Ablauf von 360°, sondern schon früher wieder gezündet. Bei der im Oszillogramm aufgenommenen Anodenspannung E_{AU} beträgt die Pause zwischen 2 Stromlieferungszeiten 264 el. Grade, bei der Anodenspannung E_{AZ} 312 el. Grade.

Für fast alle Anwendungen der Stromrichter ist die Möglichkeit der Rückgabe von Gleichstromenergie in das Drehstromnetz von Wichtigkeit. Mit dem Begriff der Energierückgabe verbindet man meistens den einer Stromumkehr. Infolge dieser Vorstellung wurde die Energierückgabe durch den Gleichrichter lange Zeit für unmöglich gehalten, weil ja der Gleichrichter den Strom nur in einer Richtung durchläßt. Vergegenwärtigt man sich aber, daß sich die elektrische Energie als Produkt aus Strom und Spannung ergibt, so erkennt man, daß bei gleichbleibender Stromrichtung Energierückgabe möglich ist, wenn die Spannung ihre Richtung wechselt. Man kann also Energierückgabe erreichen, wenn auf der Gleichstromseite eine Energiequelle vorhanden ist, welche den Strom durch die Stromrichteranoden zu den Zeiten hindurchtreibt, wo die zugehörigen Anodenspannungen negativ sind. Voraussetzung hierfür ist, daß der Stromrichter Steuergitter besitzt, die den Stromdurchgang durch die Anoden zu anderen Zeiten sperren. An Hand von Abb. 9 wird genauer auf die Zusammenhänge eingegangen. Im Bilde oben ist zunächst die Energieabgabe, wie vom gewöhnlichen Gleichrichter her bekannt, dargestellt. Gezeichnet ist eine Phase des Transformators mit der Spannung E_{AU} zwischen dem Nullpunkt O und dem Ende der Phase U. Diese Spannung wird verbraucht, um Strom I_u durch Widerstände W hindurchzutreiben, den Spannungsabfall Anode—Kathode zu bestreiten und endlich Nutzspannung U z. B. in eine Gleichstrommaschine abzugeben, positiver Pol des Verbrauchers an Kathode. In denjenigen Zeiten, in welchen die als veränderliche Wechselspannung vorausgesetzte Spannung E_{AU} zunimmt, wächst der Strom I_u, weil die anderen Spannungen U, E und $I_u W$ unverändert bleiben, und neigt nicht dazu, auf eine andere Anode überzuwechseln. Erst wenn Anodenspannung E_{AU} und Strom I_u fallen und eine andere Anodenspannung, z.B. E_{AZ} größer wird, so wird im Schnittpunkt der beiden Spannungen das Überspringen des Lichtbogens von einer Anode zur anderen auch eintreten. Wenn man diesen Wechsel des Stromes von einer auf die andere Phase zu einem späteren Zeitpunkt wünscht, so muß man durch Einführung und entsprechende Schaltung der Steuergitter den natürlichen Wechsel der Anoden verhindern. Durch diese kann man für die Energieabgabe, wie schon in Abb. 8 erklärt, beliebige Stücke aus den abfallenden Ästen der Sinuskurven herausgreifen.

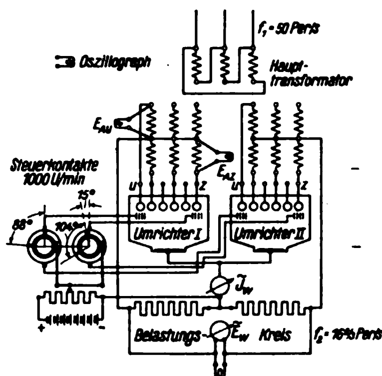


Abb. 7. Versuchsschaltung für asynchrone Umrichtung.

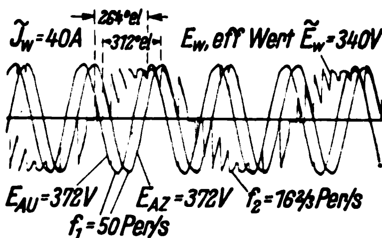
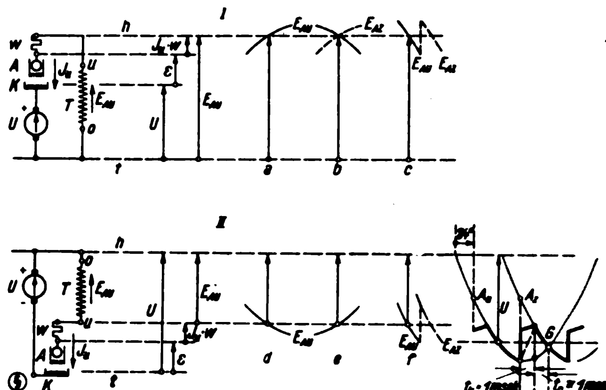


Abb. 8. Spannungskurven für asynchrone Umrichtung.

Bei Energierückgabe durch den Gleichrichter muß die Stromrichtung in ihm erhalten bleiben. Die Spannungskomponenten U, $I_u W$ und E dürfen daher ihre Richtung nicht ändern. Dagegen muß die Richtung der Spannung E_{AU} umgekehrt sein wie die des Stromes. Diese drei erwähnten Spannungen setzen sich nunmehr zu einer Summenspannung zusammen, die durch die Maschinenspannung U überwunden werden muß. Der Pluspol der Maschine muß nunmehr am Nullpunkt des Transformators liegen, der Minuspol an der Kathode. Wenn man von der Energieabgabe zur Energierückgabe übergehen will, so ist daher außer der Umlegung der Steuergitter noch eine Umpolung der Gleichspannungsquelle notwendig. Für den Verlauf der Spannung E_{AU} die gleiche Betrachtung anstellend wie zuvor, erkennen wir, daß der Strom fällt, wenn diese Spannung ihrem Absolutwert nach zunimmt, dagegen wächst, wenn E_{AU} fällt.* Das Übergehen des Stromes auf eine andere Anode, z. B. mit der Spannung E_{AZ} mit Hilfe der Gittersteuerung, wird daher nur in Zeiten erreicht, in denen E_{AU} wächst und E_{AZ} noch kleiner ist als E_{AU}, weil dann der Strom neigt auf die Anode Z überzugehen. Später, wenn E_{AZ} größer ist als E_{AU}, läßt sich dieser Übergang nicht mehr ohne besondere Hilfsmittel erreichen und der Strom I_u würde ungehemmt weiter anwachsen.



A Anode K Kathode T Transformatorwicklung U Maschine
W Verlustwiderstand h höchstes Potential t tiefstes Potential
I Energieabgabe:
- a Strom wächst, kein Anodenwechsel
- b „ fällt, natürlicher Anodenwechsel
- c „ fällt, verspäteter Anodenwechsel durch Steuerung

II Energierückgabe:
- d Strom fällt
- e „ wächst, kein Anodenwechsel
- f „ fällt, vorzeitiger Anodenwechsel durch Steuerung

Abb. 9. Spannungsverhältnisse bei Energierückgabe.

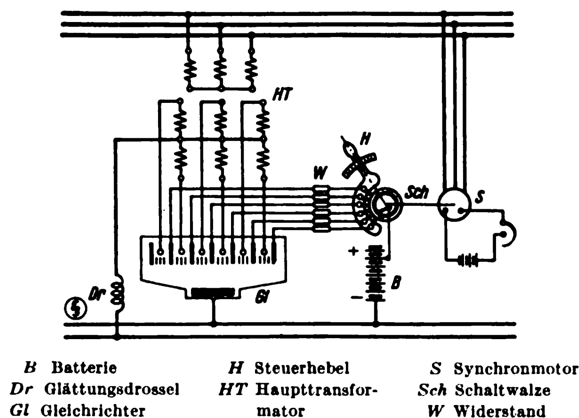
Energierückgabe muß also auf den ansteigenden Ästen der negativen Spannungen vorgenommen werden. Erfolgt der Anodenwechsel ohne Strom, so würde beispielsweise bei Sechsphasenbetrieb der Punkt G in Abb. 9 derjenige sein, bei welchem der Übergang von der Phase U auf die Phase Z noch möglich ist. Gegenüber diesem Grenzpunkt ist aber eine gewisse Vorsicht zu beachten. Zunächst dauert es eine gewisse Zeit (etwa 1/1000 s) bis aus dem Anodenrohr, welches den Strom abgeben soll, alle Ionen verschwunden sind. Diese Zeit möge als Reinigungszeit t_r bezeichnet werden. Außerdem erfolgt der Stromübergang wegen der in den Stromkreisen vorhandenen Induktivitäten nicht plötzlich. Die erlöschende und die neu zündende Anode brennen während einer bestimmten Zeit, der Kommutierungszeit t_k, gleichzeitig. Auch diese Zeit kann man ungefähr auf 1/1000 s schätzen. So kommt es, daß nicht der Punkt G, sondern ein zuvor gelegener Punkt A_1 den Zeitpunkt angibt, zu welchem spätestens der Strom der Phase U anfangen muß zu verschwinden. Zu diesem Zeitpunkt also muß die Anode Z gezündet werden.

Diese Vorsichtsmaßnahmen bedingen es, daß man mit Energierückgabe nicht ganz so hoch an die Kuppen der Sinuslinien herangehen kann wie bei Energieabgabe. Sie haben zur Folge, daß man dort, wo man Gleichstrom über sog. Wechselrichter in Wechselstrom oder Drehstrom umformen will, nicht ohne weiteres völlige Phasengleichheit zwischen Anodenstrom und Anodenspannung erreichen kann. Die abgegebene Wirkleistung ist also hier immer mit einer gewissen Blindleistung verbunden, die das zu speisende Netz induktiv belastet. Diese Verhältnisse spielen auch eine wichtige Rolle bei der Bewältigung der Blindleistung bei der Umrichtung von Drehstrom auf Einphasenstrom. Die Blindleistung auf der Wechselstromseite stellt eine Energie vor, die ständig zwischen den beiden Netzen hin und her pendelt, so daß die Umrichtergefäße mit ihrer Steuerung so eingerichtet sein müssen, daß sie zwischen Energieabgabe und Rückgabe wechseln können.

3. Die Anwendungen für die Starkstromtechnik.

Wegen einfacher Steuerbarkeit der mittleren Gleichspannung in weitestem Bereiche kommt die Anwendung gittergesteuerter Gleichrichter überall dort in Betracht,

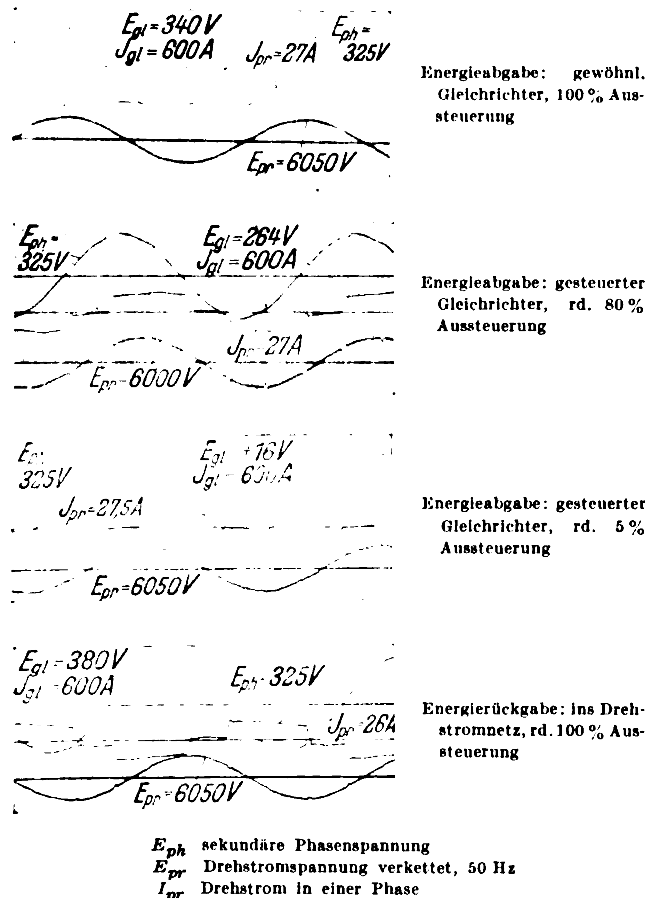
wo der normale Gleichrichter mit Spannungsregelung sich bisher schon einführen konnte, so z. B. für Spannungsregelung ± 10 % der Gleichstrom-Unterwerke für Licht- und Kraftnetze, ferner Anlagen für Batterieladung mit noch größerem Regelbereich. Schnelladung der Batterien mit konstant gehaltener Grenzspannung je Zelle bei stufenloser Regelung findet im sechsphasigen Steuergleichrichter den geeigneten Umformer, Schaltung Abb. 10. Die



B Batterie
Dr Glättungsdrossel
Gl Gleichrichter
H Steuerhebel
HT Haupttransformator
S Synchronmotor
Sch Schaltwalze
W Widerstand

Abb. 10. Schaltbild für Spannungsregelung.

eingezeichnete Glättungsdrosselspule *Dr* hat zur Wirkung, daß jede Anode, auch wenn sie verspätet gezündet wird, so lange brennt, bis die nächste in der Phase folgende zündet, so daß sich ein kontinuierlicher Gleichstrom ergibt. Bei gleichbleibenden Wechselspannungen an den Gleich-

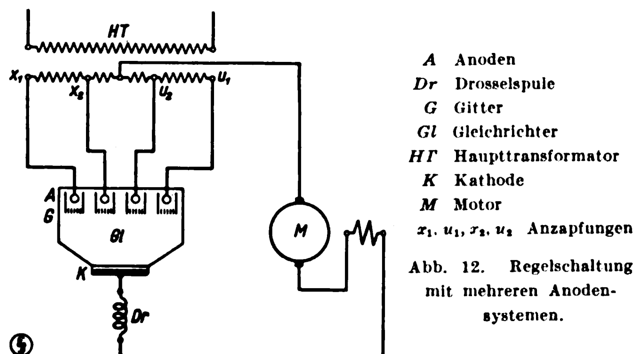


E_{ph} sekundäre Phasenspannung
E_{pr} Drehstromspannung verkettet, 50 Hz
I_{pr} Drehstrom in einer Phase

Abb. 11. Primärstrom und -spannung beim gesteuerten Gleichrichter.

richteranoden können die Brennzeiten der einzelnen Anoden beliebig auf den abfallenden Flanken der Sinuskurven verschoben werden. Man betrachte bei konstant gehaltenem Gleichstrom einzelne Belastungsfälle bei verschieden ausgesteuerter Gleichspannung. Die Wirkleistung geht proportional mit der Gleichspannung herunter, während die vom Drehstromnetz aufgenommene Scheinleistung konstant bleibt. Abb. 11 zeigt die Verschiebung des primären Belastungstromes I_{pr} in Abhängigkeit von der Steuerstellung in einigen Oszillogrammen. Im Bild oben ist der Strom annähernd in Phase mit der sekundären Spannung E_{ph}, während die verkettete Primärspannung E_{pr}, wie zu erwarten war, um rd. 30 el. Grade verschoben ist.

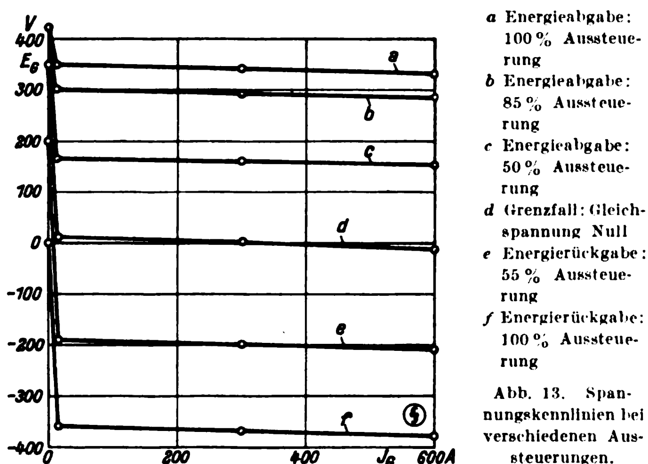
Beim Heruntersteuern der Spannung auf rd. 80 % verschiebt sich die Stromgrundwelle nach rechts; bei 5 %, wo die Wirkleistung beinahe völlig verschwindet, fließt der Strom annähernd dieselbe Zeit bei positiver wie bei negativer Anodenspannung. Bei Energierückgabe ins Drehstromnetz (unten) fließt der Strom nur während des negativen Teils der Anodenspannung. Als Folge dieser Belastungsverhältnisse ergibt sich, daß der cos φ im speisenden Drehstromnetz annähernd proportional mit der gesteuerten Gleichspannung heruntergeht.



A Anoden
Dr Drosselspule
G Gitter
Gl Gleichrichter
HT Haupttransformator
K Kathode
M Motor
x_1, u_1, x_2, u_2 Anzapfungen

Abb. 12. Regelschaltung mit mehreren Anodensystemen.

Eine Verbesserung des cos φ bei Motoren, die man öfter in weitem Bereich regeln muß, kann man dadurch erreichen, daß man für jede Phase mehrere Anoden vorsieht[7], die an verschieden hohe Spannungen gelegt werden, ein Beispiel zeigt Abb. 12. Beim Anfahren des Motors werden zuerst die Anoden kleiner Spannung x_2 und u_2 hochgesteuert und die Anoden x_1 und u_1 an höherer Spannung gesperrt. Erst nach Aussteuerung der Anoden kleiner Spannung werden die anderen Anoden hochgesteuert, die einen ständig zunehmenden Teil des Stromes übernehmen. Bei höchster Spannungstufe brennen dann nur mehr die Anoden der höheren Spannung allein. Man erreicht, daß praktisch schon bei ⅓ der normalen Spannung cos φ = 1 erreicht wird, und daß cos φ beim weiteren Zusteuern der äußeren Anoden im ganzen Hauptregelbereich über 0,7 bleibt. Durch entsprechende untere Spannungsanzapfung und Anordnung der Anodengruppen kann man die Belastungsverhältnisse im Drehstromnetz den gegebenen Belastungsverhältnissen auf der Gleichstromseite weitgehend anpassen.



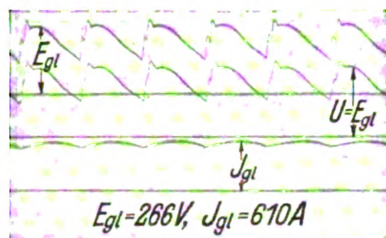
a Energieabgabe: 100 % Aussteuerung
b Energieabgabe: 85 % Aussteuerung
c Energieabgabe: 50 % Aussteuerung
d Grenzfall: Gleichspannung Null
e Energierückgabe: 55 % Aussteuerung
f Energierückgabe: 100 % Aussteuerung

Abb. 13. Spannungskennlinien bei verschiedenen Aussteuerungen.

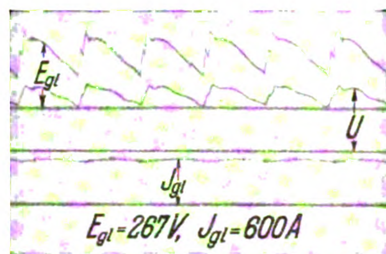
Abb. 13 zeigt gemessene Spannungskennlinien in Abhängigkeit vom Belastungstrom bei verschiedenen Steuerstellungen. Der absolute Spannungsabfall zwischen kleiner Last und Vollast, der durch die Streuungen am Transformator bedingt ist und in seiner Höhe nur von der Stromstärke abhängt, ist bei allen Steuerstellungen gleich groß. Starker Spannungsanstieg bei völliger Entlastung ergibt sich von demjenigen Strom an, bei dem die Glät-

[7] DRP. angemeldet.

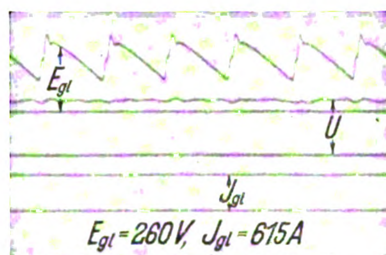
tungsdrossel nicht mehr imstande ist, einen zusammenhängenden Gleichstrom zu erzwingen, und richtet sich in seiner absoluten Größe nach den Zacken der wirksamen Gleichspannungskurve.



a ohne Glättungseinrichtung



b mit Glättungsdrossel



c mit Glättungsdrossel und 2 Schwingungskreisen

E_{gl} Gleichspannung ungeglättet I_{gl} Gleichstrom
U Gleichspannung geglättet

Abb. 14. Glättung der Gleichstromkurven.

Wie schon aus den Oszillogrammen in Abb. 6 hervorgeht, tritt gleichzeitig mit der Steuerung der Gleichspannung eine wesentliche Verschlechterung der Kurvenform auf der Gleichstromseite ein. Im normalen Sechsphasenbetriebe des Gleichrichters, bei welchem die Kuppen der übergelagerten Oberwellen relativ klein sind, beträgt die

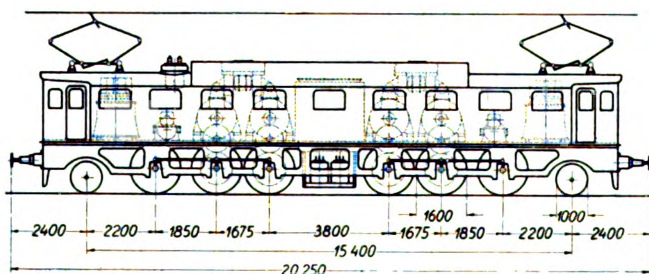
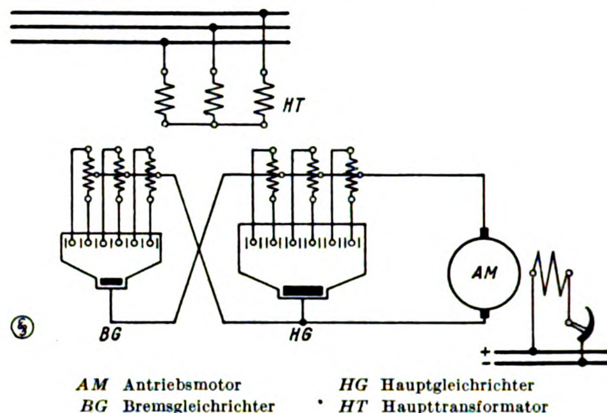


Abb. 15. Gleichrichterlokomotive, Projekt der SSW 1924.

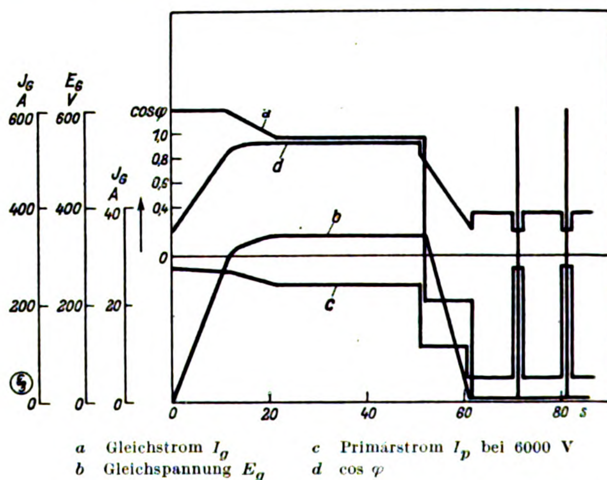
Effektivspannung der Oberwelle der sechsfachen Netzfrequenz rd. 4 %, die der zwölffachen rd. 1 % der Gleichspannung. Wenn hauptsächlich mit den abfallenden Flanken der Sinuskurven gearbeitet wird, so ergeben sich große Sprünge beim Anodenwechsel und relativ große Zacken in der Gleichspannungskurve. Die einzelnen Oberwellen, vor allem diejenigen der höheren Frequenzen, wachsen auf ein Mehrfaches ihres ursprünglichen Wertes an. Bei praktischen Anwendungen wird man also in den meisten Fällen Glättungseinrichtungen vorsehen müssen, die aus einer Glättungsdrosselspule und mehreren Schwingungskreisen für die Oberwellen bestehen, jedoch wegen der größeren Oberwellen größer und teurer werden als normal. Technische Schwierigkeiten bei der Glättung sind nicht vorhanden. Wie aus Oszillogrammen in Abb. 14 zu ersehen ist, können die stark verzerrten Kurven der Gleichspannung und des Gleichstromes durch die Glättungsdrosselspule und 2 Schwingungskreise weitgehend geglättet werden.



AM Antriebsmotor *HG* Hauptgleichrichter
BG Bremsgleichrichter *HT* Haupttransformator

Abb. 16. Vorwärts- und Rückwärtsfahren ohne Umpolen.

Der in seinen Betriebseigenschaften beschriebene mehrphasige Steuergleichrichter hat große Anwendungsmöglichkeiten überall dort, wo es sich um regelbare Antriebe großer Leistung handelt, so z. B. für Gleichrichter-Lokomotiven mit einfacher Wechselstromspeisung von 50 Hz (Abb. 15), wo durch die Verwendung von gesteuerten Gleichrichtern die Schütze für die Spannungsregelung wegfallen können[8]. Für abwechselndes Anfahren, Abbremsen und Reversieren eines Motors empfiehlt es sich, anstatt des Umpolens 2 Steuergleichrichter vorzusehen (Abb. 16), den einen für den Vorwärtslauf, den anderen für das Abbremsen bzw. für den Rückwärtslauf mit umgekehrter Polarität an den Motorkreis angeschlossen[9]. Durch entsprechendes Einstellen der Steuerapparaturen geht man von Energieabgabe auf Energierückgabe über, z. B. bei Grubenbahnen mit Stromrückgewinnung, Walzwerksantrieben, Förderantrieben, deren Belastungskurven in Abb. 17 im Prüffeld aufgenommen worden sind.



a Gleichstrom I_g *c* Primärstrom I_p bei 6000 V
b Gleichspannung E_g *d* cos φ

Abb. 17. Fördermaschinen-Antrieb, Kennlinien beim Heben.

Bei Energierückgabe ins Drehstromnetz muß der Steuergleichrichter seine Blindleistung naturgemäß aus dem Netz beziehen können, in welches er arbeitet, da die Gleichstromquelle zu Blindleistungsabgaben nicht befähigt ist. Das Netz muß deshalb bereits Spannung führen. Naturgemäß könnte auch ein besonderer Generator oder schließlich auch Kondensatoren zur Hergabe dieses Blindstromes herangezogen werden. Derartige energierück-

[8] S. a. Sonderausgabe der Z. VDI, Eisenbahnwesen (Aufsatz Reichel) 1925, S. 52.
[9] Vgl. USA-Pat. 1222440 von 1915.

gebende Gleichrichter sind aus älteren Patentschriften schon bekannt, in welchen auch bereits die Bezeichnung solcher Gleichrichter als „Wechselrichter" vorkommt, ein Name, welcher die Energierückgabe andeuten soll.

Die Energierückgabe-Möglichkeit führt uns zu einer wichtigen Anwendung, Abb. 18. Sie ist in diesem Bilde in der Anwendung auf die Energieübertragung über größere

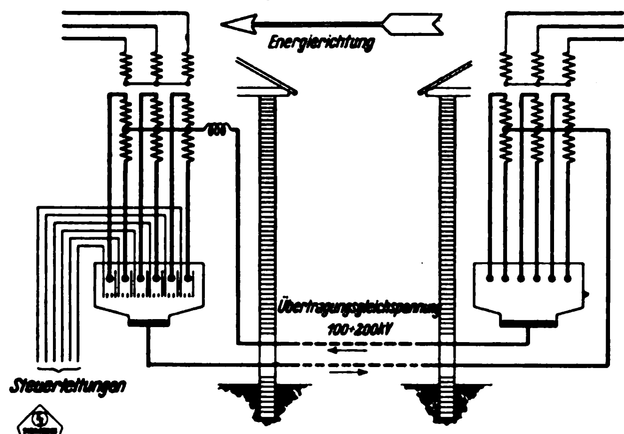
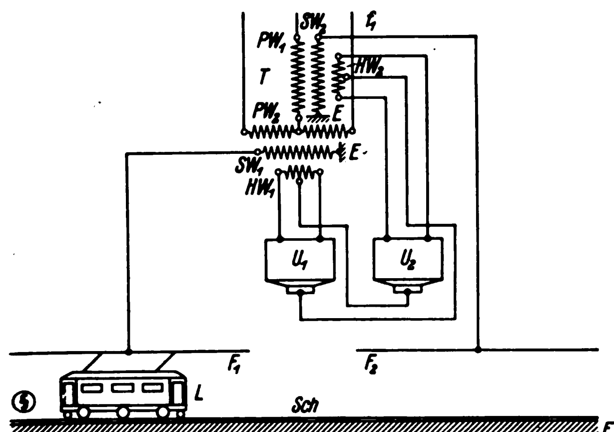


Abb. 18. Drehstrom-Gleichstrom-Drehstrom-Übertragung.

Entfernungen gezeichnet, die möglicherweise in späterer Zukunft besondere Bedeutung erlangen wird. Man kann auch den zweiten Gleichrichter steuerbar einrichten, wodurch diese Schaltung eine größere Vollkommenheit erfährt. In ihren Grundzügen ist diese Anordnung auch schon Gegenstand frühzeitiger Patentanmeldungen gewesen[10]. Eine der wichtigsten Anwendungen, welche diese Schaltung in Drehstromnetzen erfahren könnte, wäre die Spitzendeckung aus Batterien, die unter Umgehung von Maschinen zur unmittelbaren Lieferung von Leistung in die Drehstromnetze herangezogen werden, wenn der Hauptanteil der Batterieleistung durch den steuerbaren Gleichrichter geleitet wird[11]. Eine weitere Anwendung kann in der Umwandlung von Netzen verschiedener Phasenzahlen, aber gleicher Frequenz, jedoch ohne Frequenzzwang, erblickt werden, eine Aufgabe, die allerdings heute nur noch selten vorkommen dürfte (Abb. 19). Hier versorgt ein

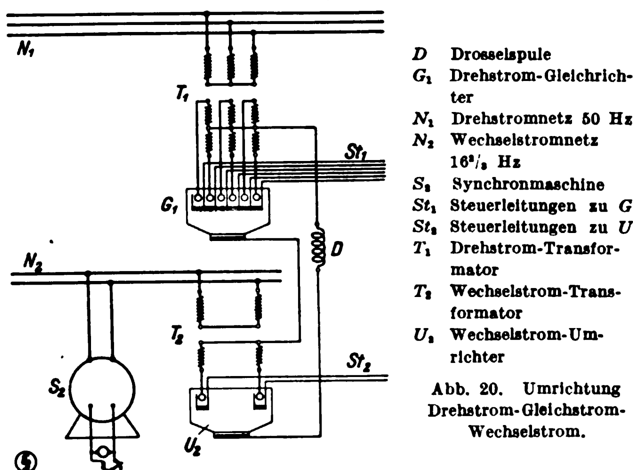


F_1 u. F_2 getrennte Streckenabschnitte
Sch Schiene
T Transformator
U_1 u. U_2 Stromrichter zum Belastungsausgleich

Abb. 19. Schaltung für Netzbelastungs-Ausgleich.

Drehstromnetz von der Frequenz f_1 die Primärwicklungen PW_1 und PW_2 eines Scottschen Transformators, dessen Sekundärwicklungen SW_1 und SW_2 getrennte Abschnitte zweier Fahrleitungen F_1 und F_2 speisen. Die eine Fahrleitung sei beispielsweise durch ein Fahrzeug L belastet, der andere Fahrleitungsabschnitt sei unbelastet. Hier kann diese Schaltung dazu verwendet werden, um mittels ruhender Apparate U_1 und U_2 Energie von einer in die andere Phase überzuleiten.

Hiermit sind wir zugleich in ein wichtiges Anwendungsgebiet der Schaltung eingetreten, nämlich ihrer Anwendung zur Periodenzahl-Umformung. Wie aus Abb. 18 erkenntlich, ist die Periodenzahl-Umformung dabei nach oben und nach unten unbegrenzt. Nur dadurch, daß die Vakuumventile mit Dampfinhalt einer bestimmten Kommutierungszeit bedürfen, kann die nach oben erreichbare Grenze nicht so hoch getrieben werden wie bei den dampflosen Ventilen. Vielleicht dürfte man die obere Grenze zwischen etwa 2000 und 5000 Hz ziehen. Praktische Anwendung könnte die Umformung nach oben für den Betrieb von Hochfrequenzöfen finden. Wichtig wird die Umformung für die Bahnbetriebe werden. In Abb. 20 wird die Drehstromenergie beispielsweise mit der Frequenz 50 aus einem Netz N_1 über den Transformator T_1 einem steuerbaren Gleichrichter G_1 zugeführt und von diesem über eine Drosselspule D einem zweiten ebenfalls steuerbaren, einphasig eingerichteten Gleichrichter U_2. Dieser gibt die Energie über den Transformator T_2 an das Einphasenbahnnetz N_2 ab. Mit Hilfe der beiderseitigen Steuereinrichtungen wird die Spannungsregelung und die Leistungsregelung zwischen beiden Netzen besorgt, gegebenenfalls auch die Energierückspeisung von einem auf das andere Netz. Der Blindleistungsbedarf des Transformators T_2 wird in der Regel aus den am Netz N_2 sonst noch tätigen Generatoren, deren einer bei S_2 angedeutet ist, gedeckt. Für den Fall, daß der von G_1 gelieferte Gleichstrom als konstanter Gleichstrom vorausgesetzt wird, ergibt sich die Energieabgabe an das Netz N_2 über den Wechselrichter U_2, wie bereits bei der Energierückgabe aus einem einzelnen Gleichrichter in den vorhergehenden Abbildungen ausführlich beschrieben[12].



D Drosselspule
G_1 Drehstrom-Gleichrichter
N_1 Drehstromnetz 50 Hz
N_2 Wechselstromnetz $16^2/_3$ Hz
S_2 Synchronmaschine
St_1 Steuerleitungen zu G
St_2 Steuerleitungen zu U
T_1 Drehstrom-Transformator
T_2 Wechselstrom-Transformator
U_2 Wechselstrom-Umrichter

Abb. 20. Umrichtung Drehstrom-Gleichstrom-Wechselstrom.

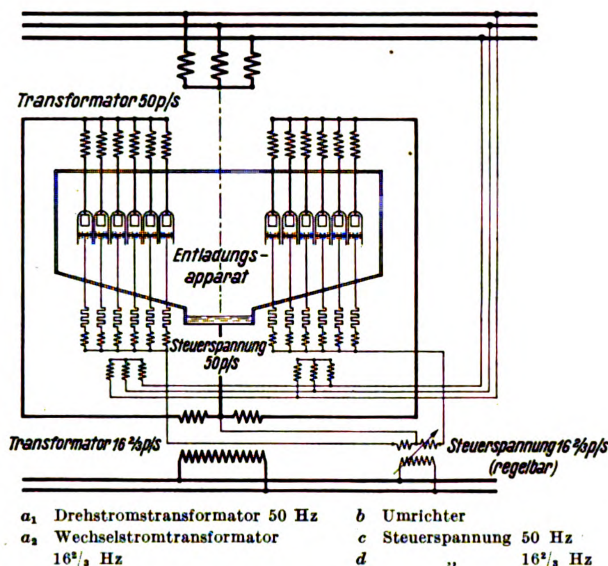
Bei der soeben besprochenen Periodenumformung arbeitet das Drehstromnetz N_1 mit dem günstigen Leistungsfaktor der gewöhnlichen Gleichrichtung und hat keinen Anteil an der Lieferung von Blindleistung für das Netz N_2. Anordnungen nun, welche es ermöglichen sollen, die Blindleistung des Netzes N_2 auch in das Netz N_1 überzuleiten, kennzeichnen sich dadurch, daß das Gleichstrom-Zwischenglied fehlt und die beiden zu verbindenden Netze hinsichtlich Wirk- und Blindleistung unmittelbar gekuppelt sind. Bei allen diesen Methoden sind zwei gleichmäßig gestaltete Mehrphasenapparate erforderlich (Abb. 21) in einem allen diesen Anordnungen gemeinsamen Schaltungsgrundzug.

Ein Drehstromnetz speist einen Transformator mit zwei Sekundärwicklungen, die wiederum zwei mehrphasige, steuerbare Entladungsapparate speisen. Die Entladungsapparate können konstruktiv vereinigt oder aber getrennt ausgeführt werden. Jeder Apparat speist je eine Wicklungshälfte eines Niederfrequenz-Transformators, die anderseits an die beiden Nullpunkte der beiden sekundären Transformatorwicklungen des Drehstrom-Transformators angeschlossen sind. Die beiden Transformatorenwicklungen des Niederfrequenz-Transformators speisen ihrerseits das Niederfrequenznetz, also entweder die Fahrleitung unmittelbar oder auch eine Übertragungsleitung. Auf diese grundsätzliche Schaltung führen sich alle diese Frequenzumwandlungs-Anordnungen zurück. Die Schaltung wurde erstmalig von F. W. Meyer angegeben[13].

Durch die unmittelbare Verbindung der beiden Netze mittels der beiden Transformator-Sekundärwicklungen ist

[10] DRP. 331 708 von 1913 und USA-Pat. 1 222 440 von 1915.
[11] Vgl. J. Berdelle, Der elektrische Speicher in der Stromversorgung, S. 80 (Selbstverlag, Berlin 1932).
[12] Das DRP. 331 708 von 1913 deutet in der Abb. 2 durch Speisung des Gleichrichters $G\,1$ aus Transformatorphasen mit verschiedenen Windungszahlen an, daß sich hier noch eine Reihe anderer Möglichkeiten ergibt.
[13] USA-Pat. 1 408 118 v. 28. II. 1922, in Deutschland als DRP. 431 596 der SSW.

eine unmittelbare Beteiligung des Drehstromnetzes sowohl an der Wirk- wie an der Blindlastübertragung zur Einphasenseite hin und zurück möglich. Die Steuereinrichtung der Vakuumapparate und die Hervorbringung der gewünschten Kurvenformen auf der Einphasenseite wurde bereits bei Abb. 10 und 11 ausführlich erläutert. Gelegentlich der Vorführung solcher Apparate ist von seiten der Reichsbahn die sehr zweckmäßig erscheinende Bezeichnung „Umrichter" als Ergänzung zu den Bezeichnungen „Gleichrichter" und „Wechselrichter", die aus der Literatur schon bekannt sind, vorgeschlagen worden.



a_1 Drehstromstransformator 50 Hz
a_2 Wechselstromtransformator $16^2/_3$ Hz
b Umrichter
c Steuerspannung 50 Hz
d „ $16^2/_3$ Hz

Abb. 21. Grundschaltung für direkte Umrichtung Drehstrom-Wechselstrom.

Die Schaltung, wie sie gemäß Abb. 21 von F. W. Meyer angegeben wurde, liefert, wenn die beiden Vakuumapparate ähnlich wie gewöhnliche Gleichrichter gesteuert werden, einen aus 2 Rechteckwellen bestehenden Wechselstrom. Die Kurve, die stark von der Sinuswelle abweicht, wäre unmittelbar verwendbar, wenn man z. B. einen Elektroofen für niederfrequenten Strom heizen wollte, eine Anwendung, die sich wegen der Zweckmäßigkeit der Niederfrequenz für derartige Öfen unter Umständen nutzbar verwenden läßt. Für die sonstigen Betriebe aber benötigt man mit Rücksicht auf die Maschinen, die mit solchen Um-

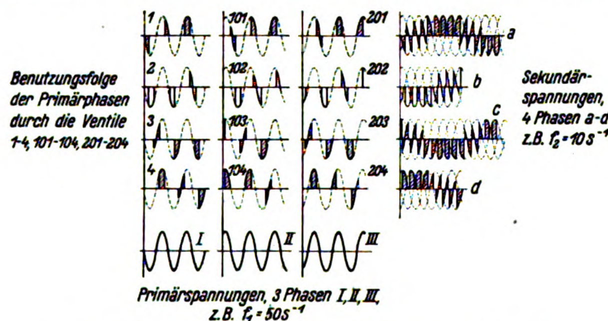
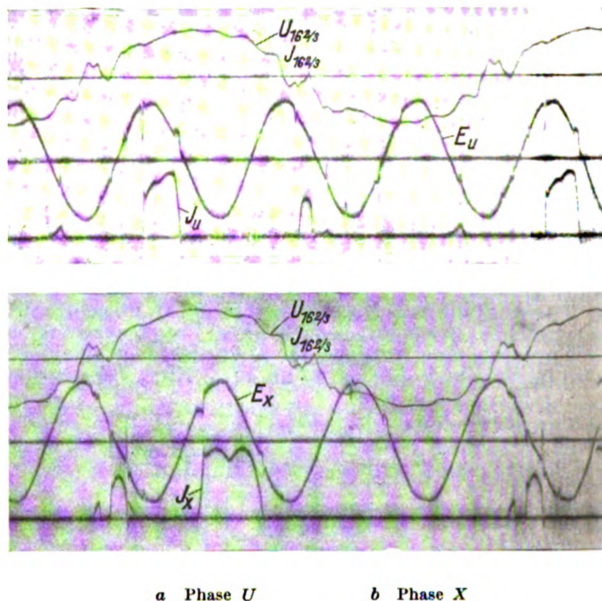


Abb. 22. Frequenz- und Phasenumformung nach Hazeltine.

richtern zusammenarbeiten müssen, bessere Kurvenformen, und es haben daher die neueren Bemühungen insbesondere dieser Frage gegolten. Insbesondere für den Fall, daß man aus 50 Hz die Frequenz 16⅔ herstellen will, kann man der Rechteckkurve die Primärfrequenz überlagern und erhält dadurch eine der Sinusform bereits wesentlich angenäherte Spannungskurve für die Niederfrequenz[14]. Dabei ist allerdings durch die Einschaltung der primären Frequenz ein starrer Zusammenhang zwischen dieser und der sekundären Frequenz eingeführt, in welchem unter Umständen eine Benachteiligung für den Betrieb von Bahnnetzen zu sehen ist. Eine bemerkenswerte Neuerung nach der gleichen Richtung der Erzielung besserer Kurvenformen auf der Niederfrequenzseite ist neuerdings von Löbl angegeben worden[15].

[14] Die Anregung zu einer derartigen Anordnung ist in der Schweizer Patentschrift 107 466 (BBC) vom 2. I. 1925 enthalten.
[15] Schweizer Patent 150 092 (Löbl) v. 16. XII. 1931.

Ein anderes Verfahren in der Frage der Erzeugung einer geeigneten Kurvenform wurde von Hazeltine im Jahre 1923 angegeben[16]. Das Verfahren ist, so wie es Hazeltine beschrieben hat, in Abb. 22 dargestellt. Nach ihm werden die beiden Umrichter-Transformatoren mit gleichmäßigen Windungszahlen genau wie Gleichrichter-Transformatoren versehen, und es wird die Benutzung dieser Transformatoren lediglich durch die Steuerung selbst geregelt. Hierdurch wird der asynchrone Charakter, der der Originalanordnung von Meyer nach Abb. 21 eigen ist, und der z. B. bei der Anordnung von Löbl aufgegeben worden ist, wieder hergestellt. Diese Anordnung tritt dadurch mehr an die Seite der asynchronen Periodenumformung, wie sie die Abb. 20 für Gleichstrom als Zwischenglied aufwies. In dieser Eigenschaft der Hazeltineschen Anordnung ist ein wesentlicher betrieblicher Vorteil zu erblicken. Die Abb. 22 zeigt einen Ausschnitt aus der Hazeltineschen Patentschrift, in welchem beispielsweise die Herstellung eines Vierphasenstromes von der Frequenz 10 Hz aus einem Drehstrom von der Frequenz 50 Hz beschrieben ist. Die einzelnen Drehstromphasen werden aufeinanderfolgend benutzt, und dabei wird durch die Steuerung jeweils stets ein anderes Stück aus der betreffenden Transformatorspannung entnommen. Das Ergebnis ist eine Kurvenform, wie sie in der Abb. 8 beschrieben worden war, welche alsdann wieder entweder durch geeignete Induktivitäten oder durch Vermehrung der Phasenzahlen ausgeglichen werden muß[17].



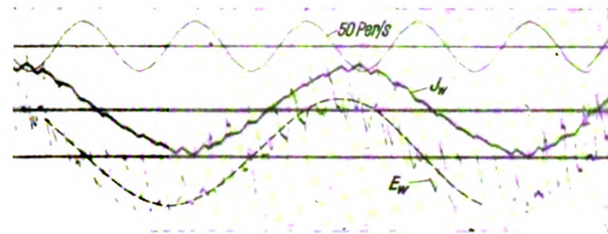
a Phase U b Phase X

Abb. 23. Anodenströme bei asynchroner Umrichtung.

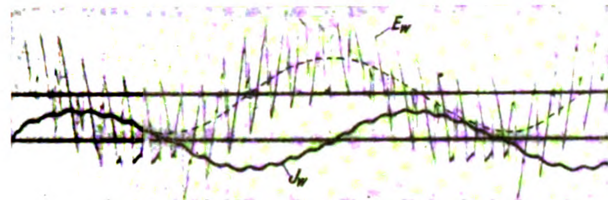
Abb. 23 zeigt nun, wie diese Anordnung arbeitet. Hier sind die Ströme zweier Phasen U und X oszillographisch aufgezeichnet, und man erkennt die verschiedene Benutzung der Phasen, deren Ströme durch Aneinanderreihung der einzelnen Stromkuppen den niederfrequenten Strom liefern; damit diese beiden Phasen richtig miteinander verglichen werden können, sind die Oszillogramme so untereinander aufgetragen, daß die gemeinsame niederfrequente Spannung (bei Wirkstrom) in beiden Oszillogrammen erkenntlich ist. Zur Darstellung des gesamten Sekundärstromes müßte man alle 6 Oszillogramme in der Weise untereinander aufzeichnen, wie es hier mit den beiden Phasen U und X geschehen ist. Abb. 24 zeigt die ungeglättete niederfrequente Wechselspannung, wie sie unmittelbar von den Umrichtern abgenommen wird, und den durch die vorhandenen Induktivitäten wesentlich geglätteten niederfrequenten Wechselstrom. Die Aufnahme stellt einmal die Belastung des Umrichters durch einen gewöhnlichen Wechselstrom-Bahnmotor mit dem Leistungsfaktor 0,95 dar und darunter die Speisung einer Drosselspule mit dem Leistungsfaktor 0, welche zugleich darstellen soll, wie tatsächlich dieser Umrichter in der Lage ist, rein wattlosen Strom zu liefern. Es hat sich herausgestellt, daß infolge ihrer besonderen Eigentümlichkeiten

[16] Brit. Patent Nr. 218 675 vom 5. VII. 1923.
[17] Zur Erläuterung sei bemerkt, daß Hazeltine den Besitz beliebiger elektrisch und magnetisch steuerbarer Ventile damals vorausgesetzt hat, während wir z. Z. auf die Benutzung der „Stromtore" angewiesen sind.

gerade diese Schaltung bzw. Steuerung ganz besonders zur leichten Herstellung eines wattlosen Stromes befähigt ist. Der wattlose Strom wird vollständig in das Drehstromnetz übertragen, weshalb diese Schaltung besonders dann zweckmäßig sein dürfte, wenn das Drehstromnetz



Belastung: Bahnmotor, cos φ = 0,95



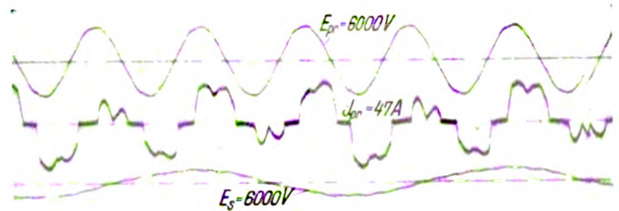
Belastung: Drosselspule, cos φ = 0

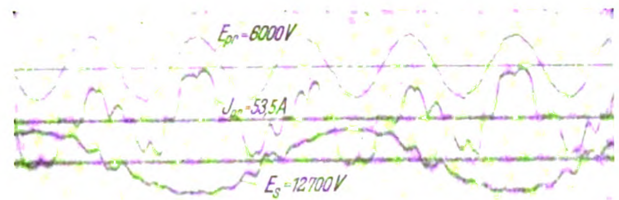
Abb. 24. Wirk- und Blindlast bei asynchroner Umrichtung.

Bedarf an induktiver Leistung besitzt, während die Schaltung nach Abb. 20 mehr für solche Fälle in Betracht kommt, wo das Drehstromnetz von Blindleistung verschont werden soll.

Das Zusammenarbeiten der beiden Umrichter U_1 u. U_2 soll an Hand der Abb. 25 näher betrachtet werden, insbesondere was die Lieferung des Blindstromes anbelangt. Die Meyersche Originalschaltung nach Abb. 21 ist hier nochmals in anderer Form aufgezeichnet unter Weglassung der Primärwicklung des 50 Hz-Transformators, während die Sekundärwicklungen entsprechend ihren richtigen Phasenbeziehungen und Klemmenanschlüssen dargestellt sind. Die Verbindung der beiden Wicklungshälften des Niederfrequenz-Transformators ist gegenüber Abb. 21 aufgelöst, und diese beiden Wicklungshälften sind unter Fortlassung der Hochspannungswicklung dieses Transformators so dargestellt, wie es der Schaltung nach Abb. 21 entspricht. Die beiden Spannungen der beiden Wicklungshälften von T_2 sind gleichgerichtet, liefern demnach bei der Anordnung gemäß Abb. 21 die Hintereinanderschaltung. Da es für den Betrieb dieser Wicklungshälften offenbar unwesentlich ist, ob man die Hintereinander- oder Parallelschaltung anwendet, so kann man sie auch bei Parallelschaltung so miteinander verbinden, wie es die rechte obere Figur der Abb. 25 wiedergibt. Es liegt die Kathode von U_1 an der einen Zuleitung zu T_2, die Kathode von U_2 an der anderen Zuleitung. Der Einfachheit wegen sind in dieser Figur nicht alle Sekundärphasen eingezeichnet, sondern nur je eine, z. B. 4 und 1′, und man erkennt weiter, daß die beiden gerade in Tätigkeit befindlichen Phasen 4 und 1′ der Sekundärwicklungen in bezug auf den Transformator T_2 gewissermaßen in Parallelschaltung arbeiten. Würde nun beispielsweise die Spannung an 4 größer sein als die Spannung an 1′, so würde auf dem Wege 4, U_1, 1′, U_2 ein Kurzschlußkreis entstehen können. Man muß also darauf achten, daß die beiden Spannungen 4 und 1′ gleich groß sind. Diese Vorsichtsmaßregel wäre leicht zu befolgen, wenn man unendlich viele Phasen zur Verfügung hätte. Da aber die Phasenzahl begrenzt ist, so muß man darauf achten, daß je nach den Übergängen zwischen den einzelnen Phasen in den Spannungen Sprünge entstehen. Man muß also beispielsweise, wenn die Spannungen 1′ und 4 nach links gerichtet sind, 4 größer halten als 1′ und umgekehrt. Daraus ergibt sich, daß bei der positiven Spannungshalbwelle die Spannung U_1 etwas kleiner sein muß als die an U_2. Aus dem Mittelwerte beider Hälften ergibt sich dann der Mittelwert der gemeinsamen Wechselspannung U. In der unteren Figur dieser Abb. sind besonders noch die Verhältnisse dargestellt, wie sie bei der Entnahme eines Blindstromes I_{Bl} auftreten. Hier arbeitet zuerst der Umrichter U_1, muß aber seine Tätigkeit nicht schon da beenden, wo der Blindstrom sein Maximum erreicht, sondern muß durch die Steuerung noch etwa ¼ Periode weiter offengehalten werden. Sind genügend Induktivitäten vorhanden, so kann die Steuerung der beiden Spannungen U_1 und U_2 primär an die gemeinsame Mittelspannung herangebracht werden.

Abb. 25 Zusammenarbeit der beiden Umrichter U_1 und U_2.





E_{pr} Drehstromspg. verkettet 50 Hz
E_s Wechselspannung 16²/₃ Hz
I_{pr} Drehstrom in einer Phase
oben: bei 490 kVA unten: bei 560 kVA

Abb. 26. Primärströme bei asynchroner Umrichtung.

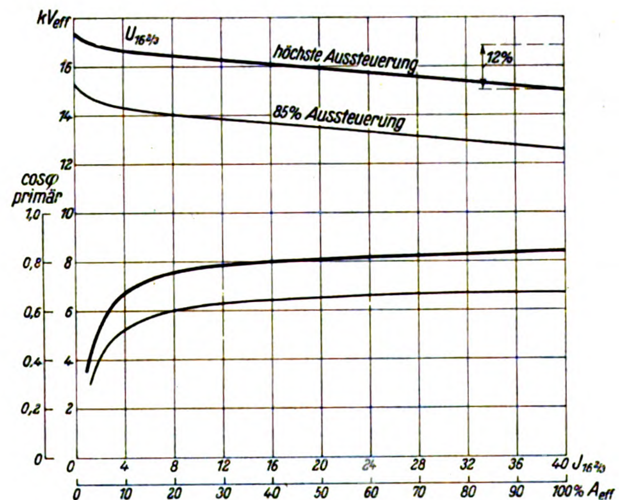
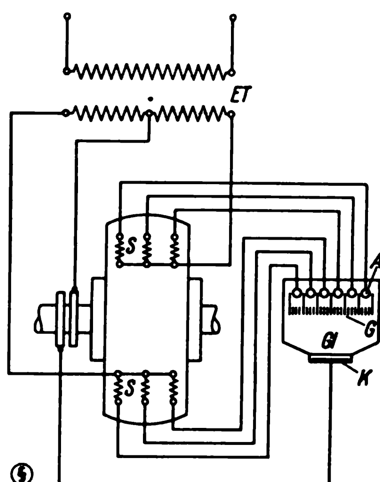


Abb. 27. Kennlinien bei asynchroner Umrichtung.

In Abb. 26 sind nun noch die Stromverhältnisse auf der Seite des Drehstromnetzes oszillographisch dargestellt für 2 verschiedene Belastungsfälle. Die Sekundär-

spannung kann befriedigend sinusförmig gemacht werden. Es ist nicht zu befürchten, daß die merkwürdigen Stromformen der Primärseite sich in der Spannung größerer Netze nachteilig bemerkbar machen. Das Aussehen des Stromes erinnert an das Aussehen des Stromes bei der gewöhnlichen Gleichrichtung, nur sind hier die einzelnen Stromkuppen nicht gleich groß, sondern es zeigt sich ein ausgeprägter Einfluß der Niederfrequenz auf den Primärstrom, d. h. eine wesentlich stärkere Verzerrung als beim gewöhnlichen Gleichrichter. Die Mittelwerte der einzelnen Phasen sind praktisch gleich. Bei den synchronen Frequenzumformungs-Einrichtungen bleiben diese oszillographischen Stromformen an jeder einzelnen Phase haften, während sie bei asynchroner Umrichtung ihre Stellung langsam wechseln und umlaufen.

In Abb. 27 sind endlich noch die charakteristischen Kurven der asynchronen Umrichtung für 2 verschieden hohe Aussteuerungen und für Wirkleistung angegeben, nämlich der Spannungsabfall und der drehstromseitige



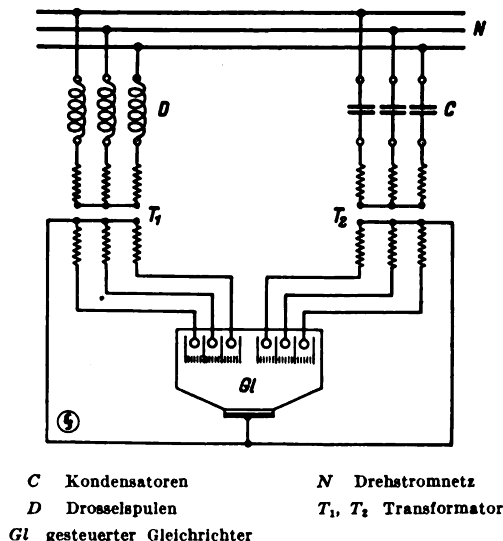
A Anoden — *ET* Einphasentransformator — *G* Gitter — *Gl* gesteuerter Gleichrichter — *K* Kathode — *S* Statorwicklungen des Motors

Abb. 28. Gesteuerter Gleichrichter als Kommutator.

primäre Leistungsfaktor, dessen sonstige Höhe natürlich weiterhin von der verlangten Blindleistung abhängt. Den Kurven des Spannungsabfalles entnimmt man, daß er bei voller Belastung dieser Apparate etwa 12 % betragen kann.

Zum Schluß sollen noch einige Fälle erwähnt werden, bei denen der gesteuerte Gleichrichter nicht als Regelapparat, sondern vorwiegend als Schalter arbeitet. Von großem praktischen Interesse ist in diesem Sinne die Verwendung der Gitter in Großgleichrichtern zum funkenfreien sofortigen Abschalten von Kurzschlüssen im Gleichstromnetz bzw. von Rückzündungen am Gleichrichter selbst. In dieser Schaltung werden die Gitter durch ein Schnellrelais, welches in einigen Millisekunden anspricht, an die Löschspannung gelegt, so daß nach Eintreten des Kurzschlusses keine Anode mehr neu zünden kann und nur noch die gerade in Betrieb befindliche Anode zu Ende brennt. Die mit einer solchen Einrichtung aufgenommenen Oszillogramme einer Versuchsanlage von BBC zeigen, daß Kurzschlüsse nach 0,014 s abgeschaltet werden können.

Von Interesse für den Bau der schon erwähnten elektrischen Lokomotiven, die direkt mit 50 Hz Wechselstrom gespeist werden könnten, ist die Schaltung nach Abb. 28, die von BBC angegeben wurde. Hier wird durch Verwendung eines gesteuerten Gleichrichters an Stelle des Kommutators in Verbindung mit einem einphasigen Reihenschlußmotor eine weitgehende Regelungsmöglichkeit des letzteren erreicht.



C Kondensatoren — *D* Drosselspulen — *Gl* gesteuerter Gleichrichter — *N* Drehstromnetz — T_1, T_2 Transformator

Abb. 29. Blindleistungsregelung mit Steuergleichrichter.

Mit gesteuerten Gleichrichtern ist endlich noch grundsätzlich eine Blindleistungsregelung in Drehstromnetzen möglich, Schaltung nach Abb. 29. Als Energiespeicher sind Drosselspulen *D* und Kondensatoren *C* für induktive und kapazitive Blindleistungen vorhanden, die über Transformatoren T_1 und T_2 durch einen gesteuerten Gleichrichter je nach Bedarf zu- oder abgeschaltet werden.

Die im Vorhergehenden behandelten Gebiete sind dadurch erschlossen worden, daß durch die Weiterentwicklung der Großgleichrichter die technische Durchführung der einzelnen Aufgaben ermöglicht worden ist. Die Frage, wie weit diese Möglichkeiten für praktische Ausführungen, die vorläufig nur ganz vereinzelt vorliegen, verwertet werden, hängt in erster Linie von wirtschaftlichen Gesichtspunkten ab und kann erst durch den Gang der zukünftigen Entwicklung entschieden werden.

Aussprache[1]
über vorstehenden Vortrag.

Herr **Schenkel**: Ich gebe nochmals einen kurzen Überblick über meinen Vortrag. Ich hatte ihn damit begonnen, eine Erläuterung der allgemein anerkannten physikalischen Grundsätze von der Wirkungsweise der sog. Stromtore zu geben. Daran schloß sich eine Auseinandersetzung, wie mehrere solcher Stromtore in Mehrphasensystemen zusammenarbeiten — Aufgaben, die Starkstromtechniker ja besonders interessieren müssen, aber weniger allgemein bekannt sind. Ich kam dann zu dem wichtigsten Teil meines Vortrags, zu den Anwendungen. Diese Anwendungen habe ich in drei Gruppen unterteilt, die sich natürlich nicht scharf voneinander unterscheiden, aber doch jeweils das Wesentliche enthalten. Die erste Gruppe umfaßt Spannungsregelungen, die zweite Gruppe unmittelbare Frequenzumformungen und die dritte Gruppe Schalter. Unter der ersten Gruppe, den Spannungsregelungen, befinden sich die voraussichtlich häufigsten Anwendungen. Ich nannte zunächst die Spannungsregelung

[1] Die Aussprache fand statt in der Sitzung des Elektrotechnischen Vereins vom 9. II. 1932.

in Unterwerken und das Aufholen der Spannung in Gleichstrom-Unterwerken, deren Spannung zusammengebrochen ist. Sodann erwähnte ich das Anlassen und die Geschwindigkeitsregelung von Motoren und kam auf die für manche Länder wichtige Möglichkeit zu sprechen, solche gleichrichtergeregelten Motoren in 50 Hz-Lokomotiven zu verwenden. Ich möchte noch nachtragen, daß ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet des gesteuerten Gleichrichters die Batterieladung und -entladung ist, insbesondere dann, wenn Batterien, wie sie oft in größeren Städten vorhanden sind, zur Energierückgabe über Steuergleichrichter zur Pufferung in Drehstromnetzen herangezogen werden können. Ich erläuterte weiter, daß die Gleichrichter auch an Stelle von Leonard-Sätzen zum Anlassen von Fördermaschinen treten können, und kam endlich auf die Leistungsübertragung zwischen zwei Netzen beliebiger Frequenz- oder Phasenzahl zu sprechen, die sich der Vermittlung des Gleichstroms bedient. Als wichtigste Anwendung wurde hier die Leistungsübertragung zwischen 50periodigem Drehstromnetz und 16⅔periodigem Einphasen-Bahnnetz mit ihrer wertvollsten Eigenschaft, der asynchronen Kupplung, geschildert.

Diese Anwendung leitete über zu der Gruppe direkte Frequenzumformungen, wo ich zunächst die Anwendung für Elektroöfen erwähnte, bei denen der Zweck der Frequenzwandlung lediglich darin besteht, daß man den Strom nicht immer in einer Richtung fließen lassen will. Dann sprach ich ausführlich von dem für Bahnen besonders wichtigen Gebiet der direkten Umwandlung von 50periodigem Drehstrom in 16⅔periodigen Einphasenstrom.

Unter der Gruppe Schalter erwähnte ich die Möglichkeit, in Gleichrichteranlagen Kurzschlüsse, die hinter Gleichrichtern erfolgen, durch Gitter abzuschalten, und gab noch einige Sonderanwendungen an, z. B. die Verwendung des Gleichrichters als Kommutator und die Regelung der Blindleistung in großen Netzen.

Ich hatte in der Ankündigung als letzten Punkt meines Vortrags eine Art Wertung dieser vielen neuen Anwendungen in Aussicht gestellt, zu der ich neulich infolge der vorgeschrittenen Zeit nicht mehr gekommen war. Ich möchte das jetzt nachholen. Wir erblicken in dem Vorgetragenen keine Umwälzung der Elektrotechnik, sondern wertvolle Ergänzungen des technischen Besitzes. Unter diesen stelle ich die Gruppe Spannungsregelung (einschließlich Leistungsrückgabe) an die erste Stelle, d. h. alle Anwendungen, in denen G l e i c h s t r o m erzeugt oder verbraucht und dabei geregelt wird. Hier wird nämlich der Gleichrichter in seiner ursprünglichen Form verwendet. Die Gitter hatte er schon immer. Der Umstand, daß die Gitter jetzt an Steuerspannungen angelegt werden, ändert an den inneren Zuständen so wenig, daß die Aparate für diese Zwecke als durchgebildet angesehen werden dürfen und daher auf Anfrage lieferbar sein würden. Ich hatte dabei erwähnt, daß der Leistungsfaktor bei einigen dieser Anwendungen nicht so gut ist, wie es sich der Elektroingenieur wünscht, schilderte aber schon Ansätze, hier eine Vervollkommnung herbeizuführen.

In zweite Linie möchte ich die Gruppe Schalter stellen, u. zw. die Abschaltung von Netzkurzschlüssen hinter Gleichrichtern, wegen ihrer Einfachheit. Die übrigen hier genannten Anwendungen, also Ersatz des Kommutators durch den Gleichrichter und Regelung von Blindleistungen, sind meines Erachtens noch in der Entwicklung begriffen.

Erst in dritte Linie stelle ich die unmittelbaren Frequenzumformungen. Hier sind die Blindlastverhältnisse in den Netzen, wie ich eingehend vorgetragen habe, nicht so leicht lenkbar wie bei Maschinen, da Apparate, die nur Schalter sind, selbstverständlich für sich allein zu der Steuerung der Blindleistung nichts beitragen können. Dieser Umstand hindert eine sehr allgemeine Verwendung. Die Konkurrenz der Maschinenumformer wird also hier weiter in starkem Maße bestehen bleiben. Hinderlich für allgemeine Verwendung ist ferner, daß die Erzeugung von M e h r phasenstrom bei der unmittelbaren Frequenzumformung voraussichtlich nicht wirtschaftlich genug wird. Sie wird sich daher wohl praktisch ganz auf das Bahngebiet der Niederfrequenz beschränken. Durch diese Verwendung kann sie allerdings einen beträchtlichen Umfang annehmen. Ich möchte noch ergänzen, daß im Dynamowerk der Siemens-Schuckertwerke bereits im vorigen Jahre mit einem Umrichtersatz für 1000 kVA Interessenten der Betrieb einer Reichsbahnlokomotive auf dem Probegleis der Fabrik vorgeführt wurde, wobei etwa 700 ... 1000 kVA vom Fahrdraht in die Lokomotive geführt wurden. Alle Hilfsapparate waren dabei in regelrechtem 16⅔periodigen Betrieb; die Motoren zeigten kein Feuer.

Ich erwähne nochmals, daß ich nebenher auch auf die sog. „Röhren" zu sprechen gekommen war, jedoch nicht auf die zahlreichen Anwendungen der Röhren, die sich in das Zwischengebiet zwischen Starkstrom und Schwachstrom eingliedern. Ich möchte deshalb vorschlagen, daß dieses Gebiet, das ich in meinem Vortrage schon aus Zeitmangel nicht eingehender behandeln konnte, auch in der Diskussion nicht zur Sprache kommt, da es einen großen Vortrags- bzw. Diskussionsabend für sich ausfüllen würde. (Beifall.)

Herr **Wechmann:** Herr Dr. SCHENKEL wies in seinen bemerkenswerten Ausführungen vor acht Tagen und auch heute an mehreren Stellen darauf hin, daß die S t r o m r i c h t e r in vielfacher Beziehung auch für den elektrischen Zugbetrieb in Betracht kommen, sowohl in ortsfesten Anlagen in den Bahnunterwerken als auch auf Triebfahrzeugen (Lokomotiven und Triebwagen). Die Deutsche Reichsbahn hat dieser Entwicklung schon seit Jahren das größte Interesse entgegengebracht. Es kommt ja bei all diesen Dingen in erster Linie darauf an, daß in den Laboratorien und auf den Versuchständen der Firmen die Apparatur durchgeprüft wird, in zweiter Linie aber — und das ist doch das Ziel — auch darauf, daß nun die ganze Sache in den praktischen Betrieb umgesetzt wird, daß also beispielsweise mit solchen Apparaten Bahnen auch zuverlässig und wirtschaftlich betrieben werden können. Ich darf daran erinnern, daß wir uns vor etwa sechs Jahren entschlossen haben, einen der wichtigsten Zugbetriebe der Deutschen Reichsbahn, nämlich den elektrischen Zugbetrieb der Berliner S-Bahn, ganz auf den Entladungsgefäßen, also damals auf dem normalen Gleichrichter, aufzubauen. Die Deutsche Reichsbahn hat hier in Berlin den bei weitem größten Gleichrichterbetrieb der Welt. Wir haben, wenn wir die wenigen Gleichrichter, die jetzt noch im Bau begriffen sind, hinzurechnen, 131 Gleichrichter mit zusammen etwa 170 000 kW Dauerleistung. Die Erfahrungen sind durchweg die besten. Wir haben uns vor wenigen Jahren entschlossen, den Gleichrichter auch auf Fahrzeuge aufzubauen. Zur Zeit haben wir fünf Fahrleitungs-Untersuchungswagen für Wechselstromleitungen in Betrieb, allerdings zu einem anderen Zweck der Gleichrichter, als dem hier in Frage kommenden. Die Fahrzeuge sollen auch auf Strecken betrieben werden können, bei denen die Fahrleitung außer Betrieb oder gar nicht vorhanden ist. Ferner haben wir fünf Verschiebelokomotiven mit Glasgleichrichtern in Betrieb. Die Erfahrungen ermutigen uns, auch jetzt der von dem Herrn Vortragenden geschilderten neuesten Entwicklung der Dinge mutigen Auges entgegenzusehen. Wir haben auch, was Herr Dr. SCHENKEL soeben schon anführte, eine Wechselstrom-Lokomotive den Siemens-Schuckertwerken zur Verfügung gestellt, die in Siemensstadt in Betrieb ist und durch einen Umrichter betrieben wird. Eine zweite Lokomotive läuft auf einem mit Wechselstrom betriebenen Anschlußgleis des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerks bei Wesel und wird von Herrn Dr. LÖBL betreut.

Ich möchte noch einen Punkt erwähnen, der zwar nebensächlich erscheint; aber Herr Dr. SCHENKEL hat bereits vor 8 Tagen angeführt, daß wir uns nach kurzen und treffenden Benennungen für all die schönen Apparate umsehen müssen. Bekanntlich haben wir den Ausdruck G l e i c h r i c h t e r schon seit langer Zeit. Er ist kurz und er ist deutsch. Die Reichsbahn hat vor einigen Monaten vorgeschlagen, diejenigen Entladungsgefäße, die einen Wechselstrom irgendeiner beliebigen Frequenz, also beispielsweise Drehstrom von 50 Hz in Wechselstrom einer anderen Frequenz umrichten, beispielsweise in Einphasenstrom von 16⅔ Hz, mit U m r i c h t e r zu bezeichnen, nach Analogie des G l e i c h richters. So liegt der Gedanke nahe, daß man diejenigen Apparate, die umgekehrt Gleichstrom in Wechselstrom umrichten, W e c h s e l r i c h t e r nennt. Diese 3 Apparate, Gleichrichter, Wechselrichter und Umrichter, bilden die Untergruppen einer Obergruppe, die man zweckmäßig mit S t r o m r i c h t e r bezeichnen könnte. Ich möchte vorschlagen, daß sich der Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen und der VDE beizeiten auch mit dieser Frage beschäftigen und die Taufe mit diesen oder anderen geeigneten Benennungen vornehmen. (Lebhafter Beifall.)

Herr **Petersen:** Mit meinen ersten Worten bitte ich Sie um Nachsicht, denn die 10 Minuten Redezeit können von mir nicht innegehalten werden. Ich werde zu meinem Bedauern diese Zeit nicht unwesentlich überschreiten müssen.

Zunächst einige Worte zu dem Vortrag von Herrn Dr. SCHENKEL. Herr Dr. SCHENKEL zeigte uns, um die bekannte und vielseitige Verwendbarkeit gesteuerter Entladungsgefäße vorzuführen, zu Beginn seines Vortrags eine Tafel mit vielen Anwendungsmöglichkeiten. Wenn ich mich recht entsinne, waren die Anwendungen in 4 Hauptgruppen unterteilt. Die ersten 3 umfaßten im wesentlichen Maschinen, Bahnen, Stromübertrager usw., kurz Apparate für größere Leistungen. Die vierte Gruppe dagegen umfaßte Anwendungen von mehr untergeordneter Bedeutung. Diese letztere Gruppe, meinte der Herr Vortragende, bilde das eigentliche Feld für die Verwen-

dung von Glühkathodenröhren, auf dem die AEG besonders arbeite. Die SSW habe von vornherein die Wichtigkeit der gesteuerten Großgleichrichter erkannt und ihre ganze Kraft der Entwicklung der in den ersten drei Gruppen aufgeführten Aufgaben zugewandt, die nur mit solchen Gefäßen möglich sei. Auf diese wolle er daher im wesentlichen in seinem Vortrag eingehen.

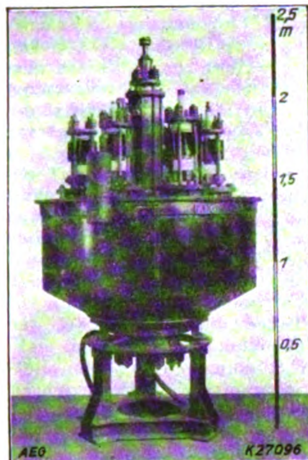
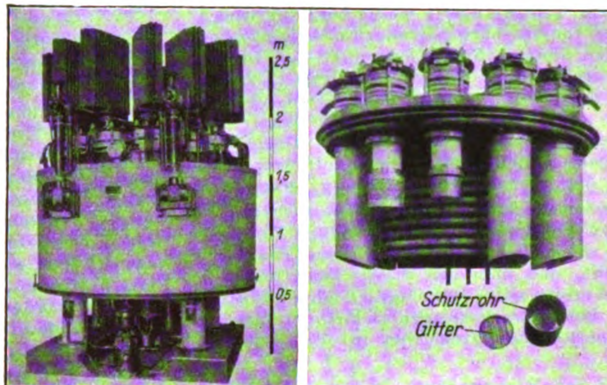


Abb. 1. Erster gittergesteuerter Eisengleichrichter für 650 V, 1000 A, aus dem Jahre 1927.



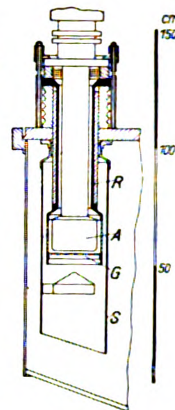


Abb. 2. Gittergesteuerter Gleichrichter QN 12 g für Straßenbahn Mailand. (3 Gleichrichter für je 575 V, 5000 A dauernd, 6750 A 2stündig.)

Diese Darstellung ist in mehrfacher Hinsicht geeignet, Vorstellungen zu erwecken, die ganz wesentlich von den Vorstellungen abweichen, die wir über dieses Gebiet haben.

Die von Herrn Dr. SCHENKEL vorgeführten Bilder von Glühkathodenröhren mit winzigen Steckkontakten, die offenbar für eine Anordnung der Schenkelschen Gruppe 4 bestimmt sind, fielen gegen die mit größter Sorgfalt ausgewählten übrigen Bilder ab. Diese Bilder waren wenig geeignet, Sympathien für die — wenn ich Herrn Dr. SCHENKEL richtig verstanden habe — von ihm wenig beachtete Technik der einanodigen Glühkathodenröhre zu erwecken. Vergleicht man mit diesen Bildern die drei hier auf dem Hörsaaltisch aufgebauten Röhren, so bekommt man doch eine etwas andere Vorstellung. Es sind zwei Röhren hier, die für Durchgangsleistungen von mehreren 1000 kW im einzelnen Rohr bestimmt sind. Ich kann hier nur die Feststellung machen, daß die Entwicklung in der Zwischenzeit doch etwas rascher vorwärts geschritten ist, als Herr Dr. SCHENKEL glaubte darstellen zu müssen. Weiterhin liegt mir daran, der Auffassung entgegenzutreten, als habe die AEG über die Entwicklung der einanodigen Glühkathodengefäße im Gegensatz zu anderen Firmen den gesteuerten Gleichrichter mit Quecksilberkathode, insbesondere den Eisengleichrichter vernachlässigt oder zurückgestellt. Bevor wir uns für den Erwerb des Toulon-Patentes interessierten, haben wir im Jahre 1927 einen mehrphasigen Eisengleichrichter mit Gittersteuerung ausgerüstet, um die praktische Verwendbarkeit des Toulonschen Patentes zu prüfen. Ich werde nachher ein Bild des Gleichrichters bringen. Außerdem liefert auch der Hinweis auf die schöne Schaltung von G. W. MÜLLER, die kurz darauf von der AEG angemeldet wurde, den besten Beweis dafür, daß wir bereits vor langer Zeit auf dem Gebiete der gesteuerten Großgleichrichter tätig waren.

Ich schließe diesen Teil meiner Ausführungen, indem ich Ihnen einige Bilder vorführe. Abb. 1 zeigt den ersten gittergesteuerten Eisengleichrichter aus dem Jahre 1927, der von uns benutzt wurde, um die Brauchbarkeit des so wichtigen Toulonschen Patentes zu prüfen. Nachdem die Versuche entsprechend ausgefallen waren, haben wir uns die Schutzrechte gesichert. Abb. 2 zeigt einen modernen gittergesteuerten Gleichrichter. Besonders interessant dürfte für den heutigen Abend die Anordnung des Schutzrohres und des Gitters selbst sein. Des weiteren weise ich auf den rechten Teil des Bildes hin, wo auch die Zuführung und die konstruktive Durchbildung des Gitters zu erkennen sind. Abb. 3 zeigt einen einanodigen Eisengleichrichter. Einanodige Gleichrichter haben große Aussichten auf Verwendung. Eine ganze Reihe von Aufgaben sind am bequemsten mit einanodigen Gleichrichtern zu lösen, wobei ich nebenbei bemerken möchte, daß man die einanodigen Eisengleichrichter nicht nur als Quecksilber-Gleichrichter der normalen Bauart sondern auch als Glühkathoden-Gleichrichter ausführen kann.

Für das Umrichterproblem, für die Aufgabe, aus Wechselstrom der einen Frequenz Wechselstrom einer anderen Frequenz zu erzeugen, stehen uns verschiedene Lösungen zur Verfügung. Ich nenne zunächst das Hüllkurvenverfahren, das von HAZELTINE angegeben und in ausführlicher wundervoll didaktischer Weise von Herrn Dr. SCHENKEL behandelt worden ist. Dann nenne ich das Löblsche Verfahren. Ich erfülle eine Dankespflicht als Elektrotechniker, wenn ich an dieser Stelle das Verdienst von Herrn Dr. LÖBL, dem Schöpfer dieser durch ihre klare Einfachheit fesselnden Hüllkurvenschaltung hervorhebe. Herr Dr. LÖBL war Pionier auf diesem Gebiete. Wir verdanken seiner Tatkraft und seiner Initiative, daß der ganze Fragenkomplex des Umrichters wieder ins Rollen gekommen ist.

Neben der Umrichtung in Hüllkurvenschaltungen haben wir als zweite Lösung die Umrichtung im Gleichstromverfahren — eine Lösung, für die der Name Universalverfahren vorgeschlagen worden ist. Bei dieser Lösung wird zunächst der Wechselstrom oder der Mehrphasenstrom in Gleichstrom umgerichtet. Der Gleichstrom wird sodann im Wechselrichter auf den Wechselstrom der gewünschten Frequenz gebracht.

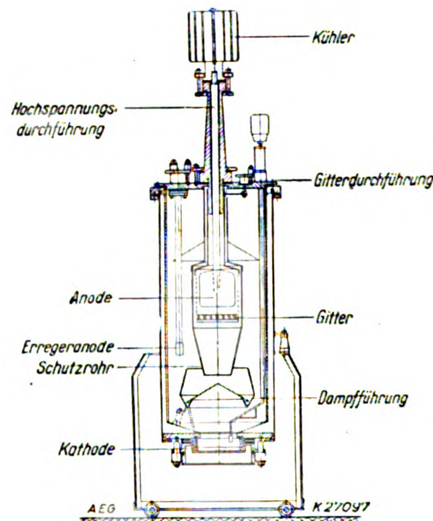


Abb. 3. Einanodiger Gleichrichter mit Gittersteuerung für 10 000 V, 100 A.

Ich gebrauche hierbei die Benennungen, die Herr Ministerialrat WECHMANN heute abend vorgeschlagen hat. Der Gleichrichter formt den Wechselstrom in Gleichstrom um, und der Wechselrichter formt nachher den Gleichstrom in Wechselstrom um.

Dieses Gebiet, das unter anderem auch die Grundlage der Gleichstrom-Fernübertragung bildet, hat Herr Dr. SCHENKEL nur kurz gestreift. Es ist im wesentlichen mein persönliches Arbeitsgebiet. Sie gestatten deshalb, meine Damen und Herren, daß ich einige Mitteilungen über die letzten Fortschritte mache. Diese Mitteilungen geben mir auch gleichzeitig die

Gelegenheit, die drei Grundfragen herauszuarbeiten, die uns in der Wechselrichtertechnik am stärksten beschäftigen: die Umbildung der Kurvenform, die Erzeugung der Blindleistung und das Kommutierungsproblem. Eine Bemerkung möchte ich vorwegnehmen. Der Herr Vortragende hat die Gewinnung von Blindleistungen in der Universalschaltung als ein sehr schwieriges Problem bezeichnet. Die Lösung dieses Problems liegt heute vor. Auch die Universalschaltungen sind in der Lage, Blindleistung zu liefern und den Bedarf an dieser zu decken. — Das Kommutierungsproblem ist ungemein interessant. Die Beschäftigung hiermit hat mich lebhaft an meine Jugendzeit erinnert, wo die Kommutierung der Gleichstrommaschine das Gebiet war, auf dem sich der junge Elektrotechniker die Sporen verdiente. Aus Zeitmangel beschränke ich mich auf die beiden ersten Fragen: die Frage der Umbildung der Kurvenform und die Frage der Schaffung der Blindleistung.

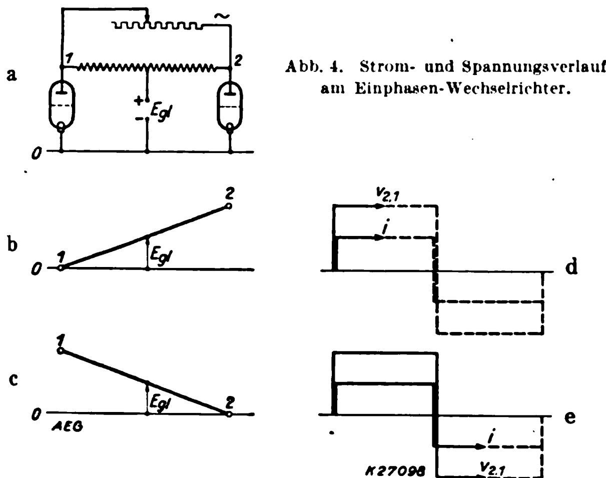


Abb. 4. Strom- und Spannungsverlauf am Einphasen-Wechselrichter.

Zunächst muß ich kurz auf das Prinzip der Wechselrichtung eingehen. So schön Herr Dr. SCHENKEL die physikalischen Grundlagen des Gleichrichter- und Wechselrichterproblems aufgezeigt hat, so hat er doch gewisse Fragen der Wechselrichtung nur ganz kurz gestreift. Ich sehe mich deshalb gezwungen, auf ihre Behandlung einzugehen, weil meine weiteren Ausführungen sonst schlechterdings nicht verständlich wären. Der einfache Wechselrichter besteht aus einem (Spannungsteiler-)Transformator mit einer Anzapfung in der Mitte (Abb. 4 a). Die zugeführte Gleichspannung sei E_{gl}. Wir haben ferner die in *1* und *2* angeschlossenen Entladungsgefäße und schließlich die Ohmsche Belastung. Wenn ich, wie auch bei den späteren Darstellungen, die Entladungsgefäße nicht in einem geschlossenen Gefäß zusammenfasse,

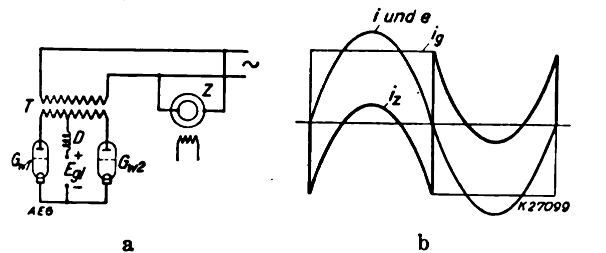


Abb. 5. Wechselrichter mit Parallel-Taktgebermaschine, Maschinenstrom bei Ohmscher Belastung des Wechselstromnetzes.

so soll das nicht heißen, daß die Schaltungen getrennte Entladungsgefäße verlangen. Nur aus didaktischen Gründen nehme ich eine Trennung vor. In einem bestimmten Augenblick wird ein Rohr, z. B. das linke, freigegeben. In demselben Augenblick liegt an der linken Wicklungshälfte des Transformators die volle Spannung E_{gl}. Transformatorisch wird sie auf die andere Hälfte übertragen, so daß wir zwischen den beiden Punkten *1* und *2* die doppelte Spannung $2\,E_{gl}$ erhalten. Diese Spannung bleibt so lange bestehen, bis das rechtsliegende Rohr gezündet wird. Es verlischt das Gefäß *1*, und es wiederholt sich das Spiel in umgekehrter Reihenfolge. Es entsteht wie vorher die Spannung $2\,E_{gl}$ an den Klemmen des Transformators, nur mit der Maßgabe, daß diese Spannung jetzt umgekehrt erscheint.

Bildet man, wie in Abb. 1 d und e dargestellt, die Spannungsdifferenz zwischen den beiden Punkten *1* und *2*, so erhält man eine rechteckige Kurve $V_{2,1}$ für die Spannung, die der Wechselrichter liefert. Belasten wir den Wechselrichter über einen Ohmschen Widerstand, dann bekommen wir einen Strom i, der genau so aussieht wie die Spannung, d. h. einen Rechteckstrom.

Es ist klar: mit dem rechteckigen Strom und der rechteckigen Spannung können wir praktisch nicht viel anfangen. Auf der anderen Seite ist die Einrichtung völlig ungeeignet, Blindströme zu verarbeiten oder zu liefern. Drittens ist das Kommutierungsproblem der Stromwendung sehr schwierig.

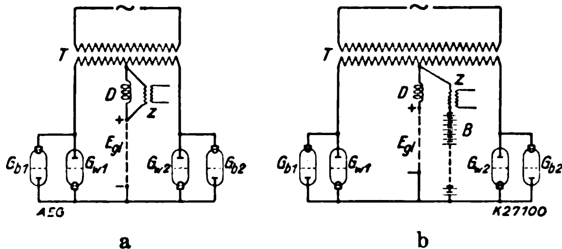


Abb. 6. Wechselrichter mit Zusatz-EMK.

Wie können wir die Rechteckform in eine Sinusform umwandeln? Wie können wir die Bedürfnisse der Belastung an Blindleistung decken? Nach einer älteren Lösung dieser Aufgabe wird eine Synchronmaschine mit sinusförmiger Spannung zu T parallel geschaltet (Abb. 5). Die Synchronmaschine liefert zunächst wie ein normaler Phasenschieber die Blindleistung. Sie hat außerdem die Aufgabe, die Form der Spannung vorzuschreiben und aus dem rechteckigen Gleichstrom einen sinusförmigen Strom zu bilden. Die Drosselspule D fängt die Unterschiede zwischen Sinuskurve des Generators und Rechteckspannung auf. Der von der Maschine gelieferte Unterschied zwischen dem Sinusstrom i und dem Rechteckstrom i_g ist der stark verzerrte Strom i_z (Abb. 5 b). Untersucht man die Scheinleistung, so kommt man zu folgendem interessanten Ergebnis. Der Effektivwert des Ergänzungsstroms i_z ist 48,3 % des Effektivwertes des Nutzstromes. Es ist also bei $\cos\varphi = 1$ eine Maschinenleistung von 48,3 % der Nutzleistung aufzuwenden. Ist außerdem noch Blindstrom zu liefern, so ist die volle Blindleistung zu der Leistung der Maschine hinzuzurechnen. Beide Leistungen sind im Dreieck zusammenzusetzen. Bei $\cos\varphi = 0{,}7$ ist die Maschine mindestens für das 1,11fache der Nutzwirkleistung auszulegen.

Eine andere Möglichkeit will ich an Hand von Abb. 6 skizzieren. Parallel zu der Drosselspule D wird in irgendeiner Weise eine EMK beispielsweise über einen Transformator eingeführt. Diese Zusatz-EMK E_z ist im wesentlichen eine zweifache Harmonische. Die theoretische Kurve gibt Abb. 7 a. Setzt man die Gleichspannung mit dieser Spannungskurve zusammen, so erhält man an dem Transformator T eine reine Sinuskurve. Parallel zu der Drosselspule, die im wesentlichen Gleichstrom führt, fließt unter der Einwirkung von E_z der Zusatzstrom I_{zw} von der gleichen Form wie die Zusatzspannung. Interessant ist, daß die Leistung dieser Zusatzmaschine ganz erheblich niedriger ist als die der alten Maschine nach Abb. 5 a. Bezogen auf die effektive Wechselspannung ist der Effektivwert der Zusatzspannung 43,5 % des Effektivwertes der Nutzspannung. Der Zusatzstrom hat gleichfalls den Wert von 43,5 % des Nutzstromes. Das Produkt gibt die Leistung der Zusatzmaschine mit 19 % der Nutzleistung, die ganz erheblich niedriger ist als die der Taktgebermaschine, nach Abb. 5 a. Zu beachten ist dabei, daß die Maschine in Abb. 6 a für die doppelte Frequenz auszulegen ist wie die Maschine in Abb. 5 a. Das Verhältnis der Typenleistungen liegt somit unter ¼.

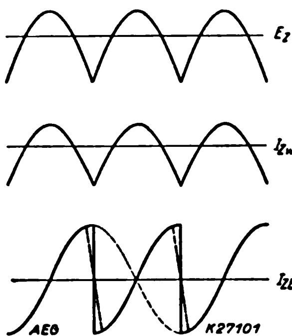


Abb. 7. Strom und Spannung der Zusatzmaschine.

Wir kommen nun zu dem wichtigsten Problem, dem Problem der Blindlasterzeugung. Was geht bei der Blindleistung vor? Was bedeutet der Blindstrom? Ich erinnere an das bekannte Bild, das in jedem Lehrbuch der Elektrotechnik zu finden ist (Abb. 8). Die EMK e ruft den Strom i in der Drossel L hervor. In der ersten Viertelperiode des Stromes liefert der Blindstrom Arbeit in das Netz, in der zweiten Viertelperiode liefert das Netz diese Arbeit wieder

zurück usw. In der ersten Viertelperiode ist die EMK des Generators größer als die des Netzes, der Generator liefert Strom an das Netz. In der nächsten Viertelperiode ist die EMK des Netzes größer als die des Generators, das Netz liefert Strom an den Generator. Es sind also nur Einrichtungen zu schaffen, welche die Rücklieferung ermöglichen. Dann ist das Problem der Blindleistung prinzipiell gelöst, und zwar ist die Lösung von verblüffender Einfachheit. Ich schalte, wie in Abb. 6 bereits angedeutet, parallel zu den G_{w1} bzw. G_{w2} ein zweites Rohr G_{b1} bzw. G_{b2}. Damit habe ich die prinzipielle Einrichtung zur Erzeugung von Blindlast

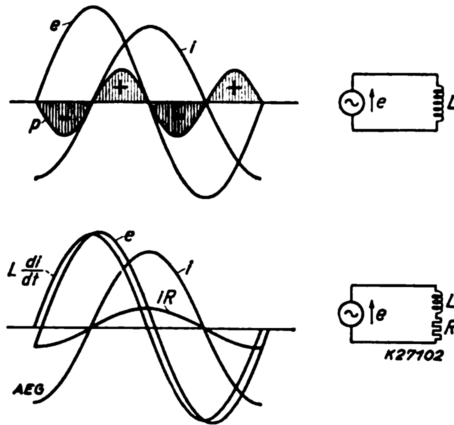


Abb. 8. Strom- und Spannungsverlauf bei induktiver Belastung.

mit Wechselrichtern. In der ersten Viertelperiode, von der wir ausgehen, liefert der Wechselrichter Arbeit in das Wechselstromnetz. Das sog. Wirkrohr auf der rechten Seite (G_{w2}) sei beispielsweise in Betrieb. Wenn die nächste Halbperiode beginnt, dann zündet nicht das andere Wirkrohr G_{w1}, sondern das Blindrohr G_{b1}. Über das Blindrohr liefert in der nächsten Viertelperiode das Netz Arbeit zurück usw. Sie werden verstehen, daß ich mich sehr gefreut habe, als zum ersten Mal die Blindrohre, die Rückwattgefäße aufleuchteten und die Meßgeräte die Lieferung von Blindstrom aus dem Universalwechselrichter anzeigten.

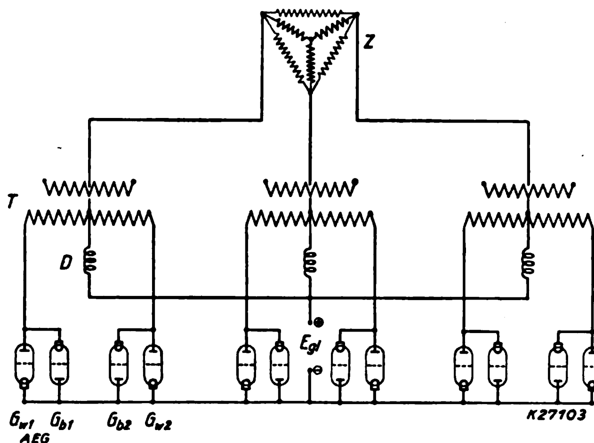


Abb. 9. Mehrphasen-Gleich- bzw. -Wechselrichter mit Zusatz-EMK; beliebige Richtung der Energie-Übertragung.

In Abb. 6a ist die Schaltung zur Lieferung von Blindleistung mit der Schaltung zur Verbesserung der Kurvenform vereinigt. Sie können mit Recht sagen, daß der verzerrte Strom im Gleichstromsystem sehr unangenehm ist. Wir trennen jetzt deshalb zunächst die Blindlasterzeugung von der eigentlichen Gleichstromquelle ab und legen sie auf einen Energiespeicher (Abb. 6b). Nur aus didaktischen Gründen habe ich eine Batterie gezeichnet. Dann fließen der Blindstrom und der Ergänzungstrom, der die Rechteckkurve in eine Sinuskurve verwandelt, über den Speicher, ohne die Gleichstromquelle in irgendeiner Weise zu berühren. Ich höre sofort den Einwand: Das ist schön und gut, aber jetzt schlägst du auf einmal einen besonderen Energiespeicher vor; dadurch wird die Sache sehr teuer. Fassen wir aber 3 Systeme zu einem Dreiphasensystem zusammen, addieren wir dort die Zusatzströme, addieren wir weiterhin in dem Dreiphasensystem die drei Blindströme, dann bekommen wir den Wert Null — bis auf eine dreifache Harmonische, und diese übrigbleibende dreifache Harmonische unterdrücken wir genau so, wie wir bei unseren Transformatoren die dreifache Harmonische des Magnetisierungsstromes unterdrücken.

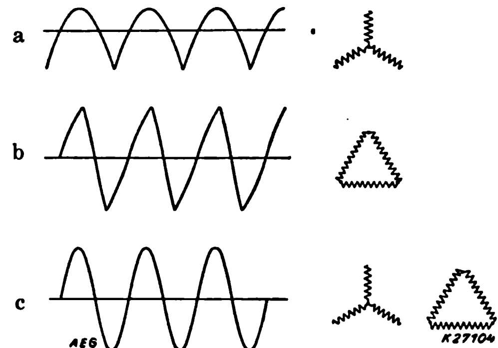


Abb. 10. Theoretische und praktische Kurvenform der EMK und des Zusatzstromes der Zusatzmaschine.

Abb. 9 zeigt die dreiphasige Anordnung. Wir sehen dreimal den Einphasen-Wechselrichter mit den beiden Wirkleistungsgefäßen G_{w1} und G_{w2}, den Blindgefäßen G_{b1} und G_{b2}, dann den Zusatztransformator oder die Zusatzmaschine (Z). Die Zusatzmaschine kann sowohl in Dreieck- als auch in Sternschaltung gebaut werden. In Abb. 10a sehen Sie die t h e o r e t i s c h e Phasenspannungskurve in der Sternschaltung. Die verkettete Spannungskurve im Dreieck nach Abb. 10b nähert sich schon der Sinuskurve. Praktisch werden wir die Sinuskurve doppelter Frequenz verwenden (Abb. 10c). Das Ergebnis zeigt die Abb. 11. e_1, e_2 und e_3

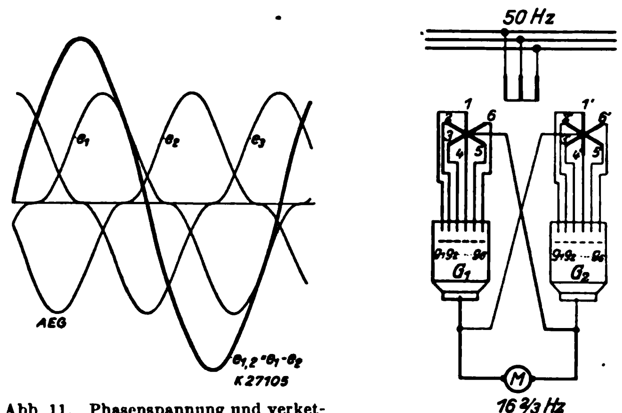


Abb. 11. Phasenspannung und verkettete Spannung des Dreiphasen-Gleich- und -Wechselrichters; sinusförmige Zusatz-EMK doppelter Frequenz.

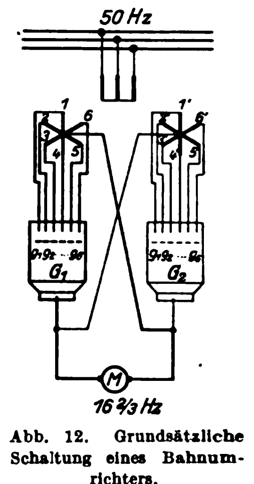


Abb. 12. Grundsätzliche Schaltung eines Bahnumrichters.

sind die im Haupttransformator T (Abb. 9) erzeugten Phasenspannungen, wenn die Zusatzspannungen Sinuskurven doppelter Frequenz sind (entsprechend Abb. 10c). Die verkettete Spannung bei Sternschaltung der Sekundärwerte ist gegeben durch $e_{1,2} = e_1 - e_2$. Selbst eine scharfe Betrachtung läßt kaum noch eine Abweichung von der Sinuslinie erkennen.

Dann noch eine kurze Bemerkung hinsichtlich der Kommutation. Die Kurven der einzelnen Phasenspannungen e_1, e_2, e_3 in Abb. 8 sind nicht sinusförmig, sondern weisen Wendepunkte auf. Für die Kommutierung und für das Löschen des Stromes im Gleichrichtergefäß und — um diesen Ausdruck zu gebrauchen — auch für die Beruhigung des Gleichrichters haben wir Zeit nötig. Wenn ich mich recht erinnere, gab Herr Dr. SCHENKEL an, daß hierfür etwa zwei Millisekunden erforderlich sind. Durch die Wendepunkte in den Kurven der Phasenspannung schaffe ich eine Erholungspause und erreiche eine gute Kommutierung.

Die Kürze der Zeit verbietet es mir, weiter auf Einzelheiten einzugehen. Ich muß mich damit begnügen, auf die Tatsache der Möglichkeit der Gewinnung von Blindleistung und auf die Umbildung der Kurvenform in Umrichtern nach der Universalschaltung hinzuweisen.

Wenn Sie mich fragen, welche Ziele, welche Aufgaben mir vorgeschwebt haben, so will ich nur die wichtigsten nennen. Die erste Aufgabe ist die Umrichtung für Vollbahnzwecke, u. zw. eine Umrichtung mit elastischer Kuppelung

des 16⅔periodigen Einphasennetzes mit dem 50periodigen Netz ohne Verzerrung der Kurvenform, ohne Verzerrung der Leistung. Die zweite Aufgabe ist die der Versorgung von großen Motoren mit veränderlicher Frequenz. Die dritte Aufgabe ist die Heranziehung der Gleich- und Wechselrichter zur Lieferung von Blindstrom, die Heranziehung unserer Gleichrichter für die Phasenkompensation. Die letzte Aufgabe ist die elastische Kupplung von Wechselstromnetzen und die Höchstspannungs-Übertragung mit Gleichstrom. Zu ihrer Verwirklichung werden wir kommen, wenn unsere Entladungsgefäße für die Verwendung unter sehr hohen Spannungen entwickelt worden sind. An dieser Frage wird heute an den verschiedensten Stellen, von den besten Köpfen mit der größten Emsigkeit und mit Fleiß gearbeitet. Und wenn ich auch die Hoffnung ausspreche, daß diese Arbeit bald zum Ziel führt, so muß ich doch vor übertriebenem Optimismus warnen. Denn jede technische Neuentwicklung hat Zeit und Reife nötig. (Lebhafter Beifall.)

Herr **Löbl:** Die vorhin von Herrn Prof. PETERSEN abgegebene Erklärung befreit mich von der unerfreulichen Aufgabe, hier Prioritäts- und Patentfragen zu erörtern. Mir bleibt daher nur der angenehmere Teil, Ihnen über Versuche mit gittergesteuerten Gleichrichtern zu berichten, die ich in Gemeinschaft mit dem Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk durchgeführt habe, um einen ruhenden Periodenumformer zur Umwandlung von 50periodigem Drehstrom der allgemeinen Landesversorgung in 16²/₃periodigen Einphasenstrom für Bahnzwecke zu entwickeln. Nach dem Vorschlag, den Herr Dr. WECHMANN in seiner Diskussionsbemerkung gemacht hat, sollen Periodenumformer (Frequenzwandler), die mit Gleichrichtern arbeiten, Umrichter genannt werden. Ich werde mich gleich dieser neuen Bezeichnungsweise bedienen.

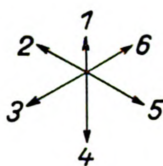


Abb. 13.

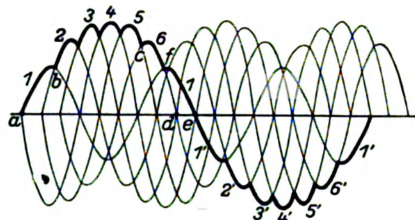


Abb. 14.

Die grundsätzliche Schaltung sehen Sie in Abb. 12. Der Bahnumrichter besteht aus drei Teilen: aus einem Vordertransformator mit zwei (rechts und links gewickelten) Sekundärwicklungen, aus zwei Gleichrichtern G_1 und G_2 mit den Steuergittern g_1, g_2, . . . und aus einer Steuerapparatur, die der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet ist. Um die Wirkungsweise zu verstehen, betrachten Sie bitte zunächst nur die stark ausgezogene linke Hälfte der Anordnung; Sie haben dann eine gewöhnliche Gleichrichterschaltung vor sich. Zum Unterschied gegen diese sind aber die einzelnen Phasen der Sekundärwicklung des Gleichrichtertransformators nicht mit gleichen Windungszahlen gewickelt, sondern gemäß dem Spannungstern in Abb. 13 sinusförmig abgestuft. Setzt man diesen Gleichrichter in Betrieb, so entsteht ein Gleichstrom, der dauernd steigt und fällt. Riegelt man nun mittels der Steuergitter die Wiederkehr gewisser Phasenströme ab, so kann man erreichen, daß der Gleichstrom auf Null zurückgeht. Man gewinnt dann die in Abb. 14 stark ausgezogene positive Halbwelle, deren Länge dreimal so groß ist wie die Halbwelle des ursprünglichen Drehstroms. Sobald nun die Einphasenhalbwelle zu Ende ist, beginnt der (in Abb. 12 dünn gezeichnete) Gleichrichter G_2 Strom zu liefern, der aber im entgegengesetzten Sinne durch den Verbraucher M fließt. Es entsteht so die stark ausgezogene negative Halbwelle in Abb. 14. Jeder Gleichrichter erzeugt also nur eine Halbwelle, durch den Verbraucher fließen jedoch beide Halbwellen, so daß dieser von einem Einphasenstrom gewünschter Frequenz und gewünschter Kurvenform gespeist wird. Das Frequenzverhältnis ist genau 1 : 3. Der Umrichter arbeitet also synchron.

Der Einphasenstrom ist somit die Umhüllende der Stromstücke aus den Phasenströmen des Mehrphasensystems; man hat daher das Verfahren „Hüllkurvenverfahren" und den Umrichter „Hüllkurven-Umrichter" genannt.

Dieser Grundgedanke, den Großfirmen durch Lizenzverhandlungen bekannt geworden, ist der Ausgangspunkt und die Anregung für eine Reihe weiterer Schaltungen gewesen. Eine solche ist auch der im Vortrag des Herrn Dr. SCHENKEL erläuterte Umrichter der SSW. Betrachten Sie aber noch einmal die Schaltung in Abb. 11 und die Entstehung des Einphasenstroms in Abb. 14, so erkennen Sie die Einfachheit und Durchsichtigkeit des Verfahrens, und nur das Einfache hat Aussicht auf Bestand. Achten Sie besonders darauf, daß kein Einphasen-Transformator benötigt wird, der wegen der niedrigen Frequenz, 16⅔ Hz, teuer sein würde.

Nach dieser Idee habe ich mit Unterstützung des RWE eine Versuchsapparatur von 100 kVA Einphasenleistung gebaut. Über die Ergebnisse der vorgenommenen Messungen will ich Ihnen nun einiges mitteilen. Theoretische Betrachtungen werde ich fortlassen und sie an anderer Stelle nachholen.

Für die Beurteilung von Bahnumformern, gleich welcher Bauart, sind besonders folgende Punkte wichtig:

Kurvenform auf der Einphasenseite. Davon hängt es ab, ob kostspielige Glättungseinrichtungen notwendig werden.

Höhe der Verluste.

Blindverbrauch auf der Drehstromseite. Von der Größe des Blindverbrauchs hängt es ab, ob phasenkompensierende Einrichtungen erforderlich sind.

Belastungsymmetrie auf der Drehstromseite.

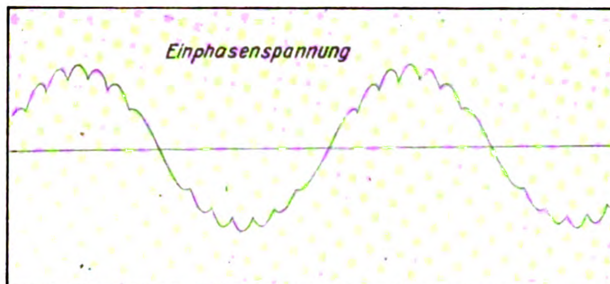


Abb. 15. Leerlaufspannung.

Zunächst die Kurvenform. In Abb. 15 ist die Leerlaufspannung des entstehenden Einphasenstroms oszillographisch aufgenommen. Die Kurvenform sieht genau so aus, wie zu erwarten war: die Abweichungen von der Sinuskurve sind gering und rühren nur von den bekannten Gleichrichter-Oberwellen her. Vergleichen Sie bitte mit dieser Kurvenform die entsprechende Leerlaufkurve, die Ihnen Herr Dr. SCHENKEL vorgeführt hat. Diese schlechte Kurvenform kommt daher, daß den Anodenströmen infolge der Spätzündung Gewalt angetan wird, während beim Hüllkurvenverfahren sich die Anodenströme wie bei einem gewöhnlichen Gleichrichter zwanglos ablösen. Die Gittersteuerung hat eben hier nur den Zweck, die Wiederkehr der unerwünschten Halbwellen zu verhindern. Das Oszillogramm der Abb. 16

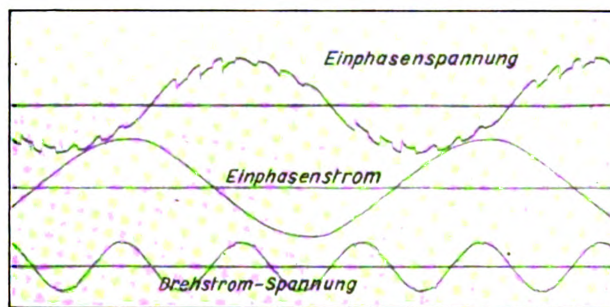


Abb. 16. Vollast, $\cos\varphi = 0{,}5$.

ist bei Vollast und einem Leistungsfaktor von 0,5 aufgenommen; die obere Kurve zeigt die Einphasenspannung, die mittlere den Einphasenstrom, die untere die Drehstromspannung. Der Einphasenstrom ist schon bei Leistungsfaktoren, die nur wenig von der Einheit abweichen, vollkommen glatt. Auch lösen die beiden Halbwellen ohne die geringste Lücke einander ab. Ich mache besonders darauf aufmerksam, daß die Oszillogramme ohne Fahren auf Gegenspannung und ohne irgendwelche Glättungseinrichtungen aufgenommen sind.

Belastet man den Umformer mit einer Drosselspule, so entstehen zunächst einige Schwierigkeiten. Diese Schwierigkeiten bestehen, wie Sie aus den Ausführungen von Dr. SCHENKEL und Prof. PETERSEN hören konnten, auch bei anderen Umrichtersystemen. Die Lieferung von Blind-

leistung erfordert also bei allen Umrichtern besondere Studien und Maßnahmen. Beim Hüllkurven-Umrichter wurde dieses Problem schließlich auf die einfachste Weise gelöst. Der Umrichter ist so fähig, auch reine Blindleistung, sowohl induktive als auch kapazitive, zu liefern. Abb. 17 zeigt ein Oszillogramm für Vollast und einen Leistungsfaktor von

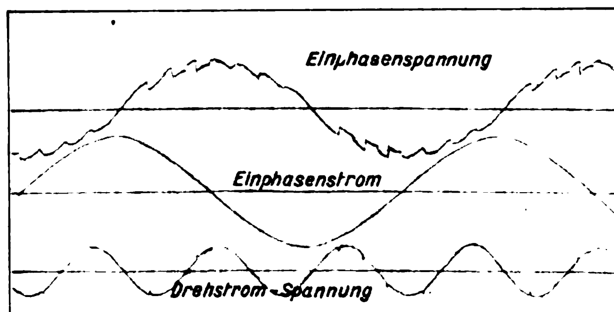


Abb. 17. Vollast, cos φ fast Null.

fast Null. Diese Übertragung von Blindlast geht ganz zwanglos und ohne jede zusätzliche Apparatur vor sich. Auch ist ein „Respektabstand" zwischen den Spannungskurven der beiden Sekundärwicklungen wie bei dem Verfahren der SSW nicht nötig. Mit der Übertragungsmöglichkeit von Blindlast hängt es auch zusammen, daß der Umformer imstande ist, Energie aus dem Einphasennetz ins Drehstromnetz zurückzuliefern, was für die Nutzbremsung von Bedeutung ist. Die Energierückgabe erfolgt ebenfalls ohne jegliche zusätzliche Einrichtung. Obwohl sekundär Einphasenleistung abgenommen wird, belastet der Umrichter die drei Phasen des Drehstromnetzes stromsymmetrisch, d. h. die Effektivwerte der drei Phasenströme sind bei allen Belastungen gleich.

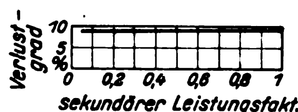


Abb. 18.

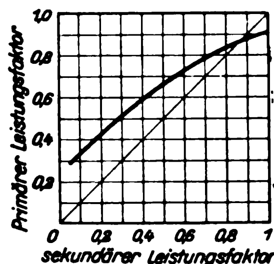


Abb. 19.

Entscheidend für die Verwendbarkeit des Umrichters ist jedoch die Höhe der Verluste. Die Umformung des Drehstroms in Bahnstrom mittels Motorgeneratoren scheitert ja im wesentlichen an dem schlechten Wirkungsgrad, der bei Leistungen in der Größenordnung von etwa 5000 kVA kaum 85 % erreicht. Die Abb. 18 gibt eine Verlustmessung wieder, bei der der Strom konstant und der Leistungsfaktor variiert worden ist. Die Verluste betrugen 9 % der Einphasen-Scheinleistung. Dabei war die Leistung des Umrichters nur 100 kVA und die Spannung nur rd. 500 V. Bei den praktisch in Betracht kommenden großen Leistungen und hohen Spannungen werden die Verluste auf einen Bruchteil dieses Satzes zurückgehen.

Ich muß Sie jetzt noch mit einem Punkt von großer praktischer Bedeutung bekannt machen: nämlich mit der Größe des primären Leistungsfaktors, also dem Leistungsfaktor auf der Drehstromseite. Unter Leistungsfaktor verstehe ich hier nur den der Grundwelle, also nicht den totalen Leistungsfaktor, der auch die Stromverzerrungen enthält. Die Berechtigung hierzu geht aus den Arbeiten von Krijger und aus meinem Fachbericht auf der vorjährigen VDE-Tagung in Frankfurt a. M. hervor, in dem ich eine exakte und geometrisch anschauliche Darstellung des ganzen Sachverhaltes gegeben habe[1].

Wenn Sie einen gewöhnlichen Transformator betrachten, so ist der primäre Leistungsfaktor ungefähr gleich dem sekundären. Trägt man also den primären Leistungsfaktor über dem sekundären auf (etwa bei Vollaststrom), so erhält man eine Gerade (Abb. 19). Beim Hüllkurven-Umrichter ist das wesentlich anders. Wie Ihnen die stark ausgezogene Kurve der Abb. 19 zeigt, ist der primäre Leistungsfaktor auf einem großen Bereich besser als der sekundäre, d. h. die primäre Blindleistung ist kleiner als die sekundäre. Wir wollen diese die Blindleistung verkleinernde Wirkung des Umrichters Blindleistungsfaktor nennen. Um seine Größe besser zu veranschaulichen, sind in Abb. 20 die zugeführte und die abgegebene Blindleistung in Abhängigkeit vom Einphasen-Leistungsfaktor aufgetragen (bei konstant gehaltenem Vollaststrom). Sie sehen noch einmal unmittelbar an Hand von Meßwerten, daß die auf der Drehstromseite aufzubringende Blindleistung erheblich niedriger ist, als die auf der Einphasenseite verbrauchte Blindleistung. Das steht allerdings im schroffen Gegensatz zu einer Bemerkung des Herrn Dr. SCHENKEL, daß nämlich die primäre Blindleistung erheblich größer sei als die sekundäre und daß deshalb die Maschinenumformer nicht ganz entbehrt werden können. Dies trifft allerdings auf den von Herrn Dr. SCHENKEL beschriebenen Umrichter zu, bei dem die Kurvenform durch „Spätzündung" geschaffen wird, ist aber nicht allgemein der Fall. Auf die interessanten theoretischen Zusammenhänge kann ich hier leider nicht näher eingehen und muß auf eine spätere Mitteilung verweisen. Die Blindleistung hat jedenfalls, im Gegensatz zur Wirkleistung, im allgemeinen keinen Substanzcharakter. Dieser Blindleistungseffekt ist nun von sehr

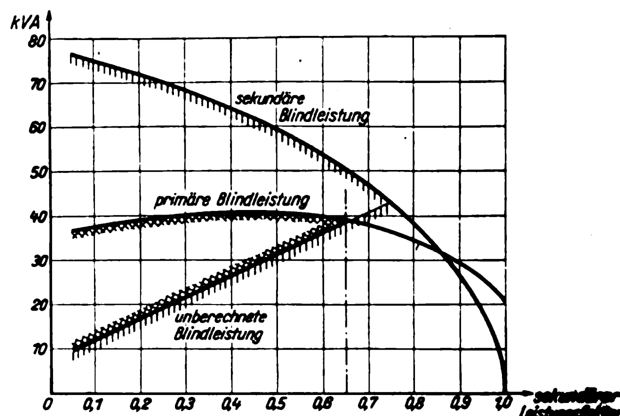


Abb. 20.

einschneidender praktischer Bedeutung. Setzen wir etwa einen viel verwendeten Tarif voraus, bei dem ein Blindverbrauch im Umfang von 75 % des Wirkverbrauchs unberechnet bleibt, so ist nur ein Blindverbrauch zu bezahlen, der über der geraden Linie liegt, die in Abb. 20 von links unten nach rechts oben verläuft. Ohne den Blindleistungseffekt wäre die große senkrecht schraffierte Fläche für die Berechnung der Blindleistung maßgebend. Durch die Zwischenschaltung des Umrichters aber kommt hierfür nur die kleine Fläche mit Kreuzschraffur in Betracht. Schon bei Leistungsfaktoren über 0,65 braucht keine Blindleistung mehr bezahlt zu werden. Da die Bahnmotoren der Vollbahnlokomotiven einen mittleren Leistungsfaktor von etwa 0,75 besitzen, findet bei vielen Tarifen sogar eine Rückvergütung für nicht verbrauchte Blindleistung statt. Neuere Messungen mit etwas abgeänderter Steuerung haben noch wesentlich günstigere Verhältnisse gezeigt. Praktisch heißt das, daß irgendwelche phasenkompensierenden Einrichtungen völlig überflüssig sind. Wäre aber die primäre Blindleistung gleich der sekundären oder ist sie — wie beim Umrichter der SSW — sogar größer, so kann eine Phasenkompensation auf der Drehstromseite nur in den seltensten Fällen entbehrt werden. Sonst würden die Ausgaben für den starken Blindverbrauch die Ersparnis durch den besseren Wirkungsgrad wieder verschlingen[2].

Indem ich Ihnen aus dem Umrichter-Versuchsfeld des RWE in Abb. 21 wenigstens die beiden gittergesteuerten Gleichrichter für die beiden Halbwellen des Einphasenstromes zeige, benutze ich die Gelegenheit, meine beiden Mitarbeiter zu nennen: N. HAMMERL und G. FISCHOEDER. Sie haben durch ihre Unermüdlichkeit und Initiative wesentlich zum Gelingen der Versuche beigetragen.

Schon im Anfang 1931 konnten wir der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft einen Umrichter von etwa 100 kVA vorführen. Seit September 1931 läuft eine Güterzuglokomotive auf einer eigenen 4 km langen Versuchstrecke des RWE

[1] Löbl, VDE-Fachberichte 1931, S. 24.

[2] Hier folgten ausführliche Erörterungen über das Parallelarbeiten von Umrichtern untereinander und mit selbständigen Bahnkraftwerken, ferner über Beseitigung der einphasigen Leistungspulsationen im Drehstromnetz und schließlich über Fernhaltung der primären Gleichrichter-Oberwellen von den Kraftwerksgeneratoren. Es sei dieserhalb auf den Artikel: Bahnumrichter System Löbl/RWE im Märzheft 1932 der Zeitschrift „Elektr. Bahnen" verwiesen.

(Abb. 22). Bis heute haben sich weder Störungen ergeben noch Schwierigkeiten gezeigt. Der Reichsbahndirektion, insbesondere Herrn Dr. WECHMANN, spreche ich für Überlassung der Lokomotive unseren Dank aus.

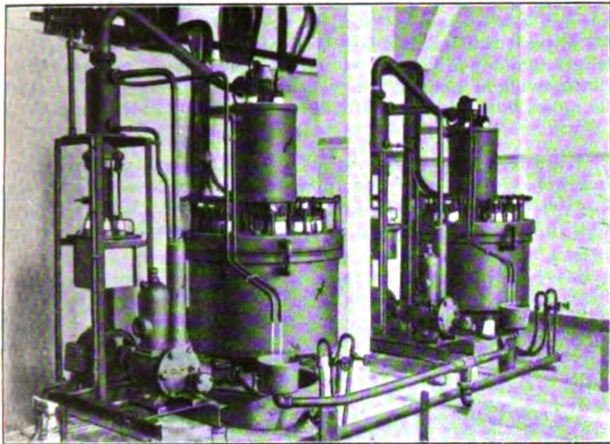


Abb. 21. Umrichter im Versuchsfeld des RWE.

Ziehen wir eine Bilanz. Verglichen mit den Maschinenumformern liegen die Vorzüge des Hüllkurven-Umrichters auf der Hand:

keine rotierenden Teile,
keine Kippgrenze,
geringere Verluste,
niedrigerer Preis.



Abb. 22. Versuchs-Güterzug-Lokomotive.

Gegenüber dem von Herrn Dr. SCHENKEL beschriebenen Umrichter mit Spätzündung glaube ich besonders folgende Vorzüge für den Hüllkurven-Umrichter verbuchen zu können:

Ausgezeichnete Kurvenform auf der Einphasenseite,
verschwindend kleinen Blindverbrauch auf der Drehstromseite,
höheren Wirkungsgrad,
niedrigeren Preis (Wegfall des teueren 16⅔periodigen Einphasentransformators, der Glättungseinrichtungen und der Phasenkompensation).

Ich schließe meine Ausführungen mit einem Dank an das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk, das die Durchführung der Versuche ermöglicht und weitgehend gefördert hat. (Lebhafter Beifall.)

Herr **Tröger:** Einem Wunsche des Vereins folgend und auf Grund einer Aussprache zwischen den beiden Firmen SSW und AEG sehe ich davon ab, auf die etwas ausführlichen Patentausführungen von Herrn Dr. SCHENKEL näher einzugehen. Ich möchte jedoch bemerken, daß das nicht bedeutet, daß die AEG der Auslegung zustimmt, die Herr SCHENKEL einem Teil der von ihm zitierten Patentschriften gegeben hat. Wenn ich mich trotzdem näher mit einer Erfindung befasse, so geschieht das deshalb, um ihre fundamentale Bedeutung für den ganzen Fragenkomplex mehr ins Licht zu rücken, als das in dem Vortrag geschehen ist.

Herr Dr. SCHENKEL hat nur beiläufig bei der Erwähnung der älteren Patentschriften angedeutet, daß es außer der bekannten Gittersteuerung noch zwei andere Verfahren gibt, um den Zündeinsatz von Stromrichtgefäßen zu steuern, also gesteuerte Entladungsgefäße überhaupt herzustellen. Das sind:

1. die Initialsteuerung durch die Zündelektrode,
2. die Steuerung durch magnetische Beeinflussung des Lichtbogens.

Weshalb sind diese Steuerarten übergangen worden?

Ein bekannter, von Herrn Dr. SCHENKEL vorgeführter Versuch — der die unglaublich leichte Handhabung der Gittersteuerung dartun sollte — besteht darin, daß der Experimentierende einen belasteten Stromkreis mehrmals dadurch ein- und ausschaltet, daß er mit der einen Hand eine Stromquelle und mit der anderen das Gitter berührt. Zum Schalten eines Stromkreises von ansehnlicher Leistung genügen Gitterströme, die der Mensch beim Durchgang durch den Körper überhaupt nicht spürt.

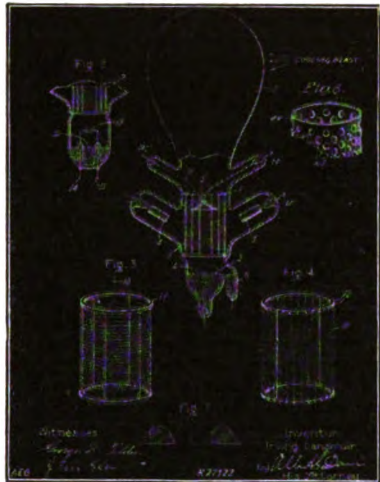


Abb. 23. Gittersteuerung von Quecksilberdampf-Gleichrichtern, USA-Patent 1 289 823 von Langmuir.

Herr Dr. SCHENKEL hätte den gleichen Versuch auch mit der Initialsteuerung durchführen können, da er ein Entladungsgefäß mit Quecksilberkathode verwandte, die ohnehin eine Zündvorrichtung erfordert. Aber damit hätte er auf den interessantesten Teil seines Experiments, nämlich die Stromschaltung durch einfaches Berühren des Gitters mit der Hand, verzichten müssen. Damit komme ich auf einen prinzipiellen Unterschied zwischen den drei erwähnten Steuerarten.

Sowohl die Initialsteuerung als auch, in noch höherem Grade, die magnetische Steuerung verlangen wesentlich größere Steuerströme als das Gitter, wodurch naturgemäß die Einfachheit der Steuerung sehr beeinträchtigt wird. Hierauf ist es im wesentlichen zurückzuführen, daß von den drei Steuerarten praktisch bisher nur die Gittersteuerung eine größere Bedeutung erlangt hat. Man kann sogar ohne Übertreibung behaupten, daß ein großer Teil, wenn nicht der größte Teil der von Herrn Dr. SCHENKEL in seiner Zusammenstellung aufgeführten Verwendungsmöglichkeiten überhaupt erst durch die Erfindung der Gittersteuerung technisch lösbar geworden ist. Bei dieser Bedeutung der Gittersteuerung mußte es auffallen, daß Herr Dr. SCHENKEL unter den Erfindernamen den Namen des Mannes zu erwähnen vergessen hat, dem diese Erfindung zu verdanken ist.

Irving LANGMUIR hat im Jahre 1914 die Gittersteuerung für Dampfentladungsgefäße erfunden und in seiner Patentschrift vom gleichen Jahre erstmalig eingehend beschrieben. Die Abbildungen lassen alle wesentlichen Konstruktionsteile im einzelnen erkennen. Der in dieser Schrift von 1914 dargestellte Aufbau des Kathodengitters unterscheidet sich kaum von heute ausgeführten Gefäßen, insbesondere denen mit Glühkathode (Abb. 23).

Von den verschiedenen Arten der Hüllkurvenschaltungen zum Umrichten von 50periodigem Drehstrom in $16^2/_3$periodigen Einphasenstrom zeichnet sich die Schaltung, die Herr Dr. LÖBL soeben vorgetragen hat, besonders durch ihre vorzügliche Spannungskurvenform auf der Einphasenseite vor den anderen Verfahren zur Umformung auf $16^2/_3$ Hz aus. Demgegenüber besitzen andere Hüllkurvenschaltungen den Vorteil, daß hierbei die beiden Netze elastisch, also asynchron, gekuppelt sind.

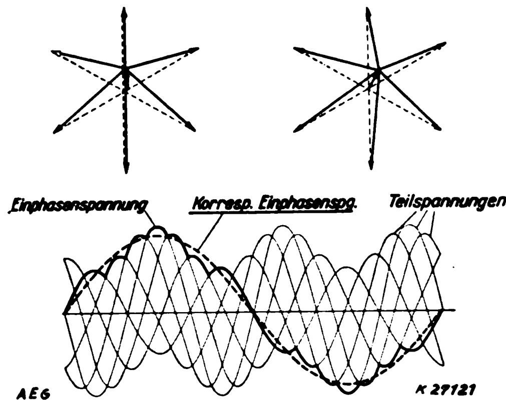


Abb. 24. Elastischer Hüllkurven-Umrichter. Zusammensetzung der Einphasenspannung.

KRÄMER hat nun vor einiger Zeit eine Ausführung ausgearbeitet, die von einer bekannten Schaltung ausgeht und sie so fortbildet, daß sie ebenfalls als elastische Kupplung wirkt, also die hauptsächlichsten Vorteile der verschiedenen Hüllkurvenschaltungen miteinander vereinigt. Abb. 24 zeigt das Prinzip der Krämerschen Schaltung. Anstatt eines Transformators mit abgestuften Wicklungslängen, wie sie Herr Dr. LÖBL verwendet, benutzt die KRÄMER-Schaltung Transformatoren mit gleichen Windungszahlen für die einzelnen Phasen. Um die Sinusform der Spannung zu erreichen, wird im Nullpunkt des Transformators eine Zusatzspannung durch einen Zusatztransformator von 50 Hz erzeugt. Sie erkennen aus der Abbildung, daß dadurch die resultierende Einphasen-Wechselspannung gesetzmäßig abgestuft wird, ähnlich wie Herr Dr. LÖBL das durch die von vornherein abgestufte Wicklung der Transformatoren erreicht. Solange die Zusatzspannung in ihrer Phasenlage festgehalten wird, verhält sich diese Schaltung genau so wie die Löblsche Schaltung. Verwendet man jedoch eine Einrichtung, die es gestattet, den Vektor der Zusatzspannung zu rotieren, so bedeutet diese Rotation eine relative Verschiebung zwischen dem 50periodigen Mehrphasensystem und dem $16^2/_3$periodigen Einphasensystem, wie man ohne weiteres erkennt. Diese Rotation der Zusatzspannung läßt sich in einfacher Weise mit Hilfe eines Drehreglers erzeugen. Damit ist die Aufgabe der elastischen Kupplung bei der Hüllkurvenschaltung im Prinzip gelöst.

Zum Schluß eine kurze Bemerkung zur Gleichrichter-Lokomotive. Herr Dr. SCHENKEL führte ein Bild vor von der Entwurfszeichnung einer Gleichrichter-Lokomotive, die mit 50periodigem Wechselstrom vom Fahrdraht gespeist wurde. Auf der Lokomotive waren Gleichrichter aufgestellt, um Wechselstrom in Gleichstrom umzuformen und dadurch die Möglichkeit zu bieten, normale Gleichstrommotoren für den Antrieb von Lokomotiven zu verwenden. Herr Dr. SCHENKEL erwähnte, daß dieser Vorschlag von Herrn Geheimrat REICHEL stamme und bereits 1924 gemacht worden sei. Es ist nicht ohne weiteres verständlich, in welchem Zusammenhang dieser Hinweis mit dem eigentlichen Thema des Vortrags „Anwendung gesteuerter Großgleichrichter" steht. Der Vorschlag von Herrn Geheimrat REICHEL aus dem Jahre 1924 bezog sich meines Wissens auf die Verwendung normaler ungesteuerter Gleichrichter. Das ist aber ein Vorschlag, der nach der heutigen Erkenntnis als überholt gelten darf.

Aber abgesehen davon war die Idee, ungesteuerte Gleichrichter auf Lokomotiven in der angegebenen Weise zu verwenden, lange Zeit vorher bekannt. Ich entsinne mich, bei einem Besuche in den Vereinigten Staaten im Jahre 1912 eine solche Probelokomotive gesehen zu haben. Über die Versuchsfahrt mit dieser Maschine ist schon vor dem Kriege in der Fachliteratur berichtet worden. Sie finden hierüber auch Angaben in dem 1922 erschienenen Buch von SEEFEHLNER „Elektrische Zugförderung". Nicht diesen Versuchen mit Gleichrichtern, sondern der Möglichkeit, Gleichrichter zu steuern, ist es zu verdanken, wenn heute die Frage der Stromversorgung und des Antriebs elektrischer Bahnen in ein neues Stadium getreten ist. Wir haben den einleitenden Worten von Herrn Dr. WECHMANN entnommen, daß die Reichsbahn diese neue Entwicklung mit Interesse verfolgt. Ich darf mit Genugtuung feststellen, daß die Industrie bei ihren Bestrebungen auf diesem Gebiete bisher von den maßgebenden Stellen der Reichsbahn verständnisvoll unterstützt worden ist. Das ist um so mehr zu begrüßen, als gerade der Bahnbetrieb meines Erachtens zu den Wirtschaftszweigen gehört, die voraussichtlich am meisten durch die neue Entwicklung gefördert werden. (Beifall.)

Herr **Reichel**: Herr Dr. WECHMANN hat vorhin darauf hingewiesen, daß eine der interessantesten Neuerungen eine mit Gleichrichtern gesteuerte Lokomotive sei. Ich will Ihnen jetzt in dieser Beziehung etwas Näheres darüber mitteilen.

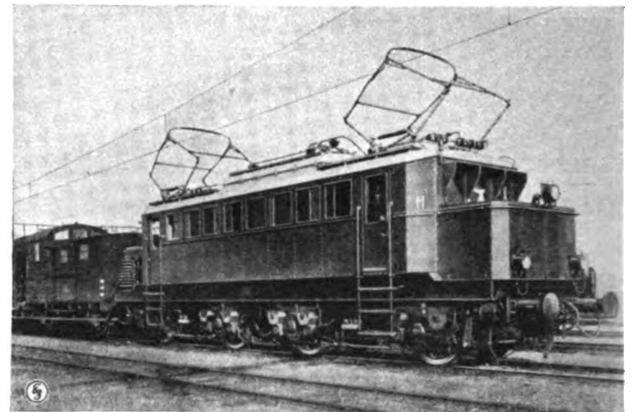


Abb. 25. $B_0 + B_0$-P_2-Lokomotive, 1450 kW Dauerleistung, 15 kV, $16^2/_3$ Hz, max. 80 km/h.

Außer den Leitungs-Untersuchungswagen, die die Reichsbahn hauptsächlich in Bayern laufend im Betriebe hat, bei denen der Gleichrichter auf den Leitungstrecken zur Ladung von Akkumulatoren und zum Betriebe der Motoren verwendet wird — auf den gleislosen Strecken arbeitet die Batterie allein — sind Rangierlokomotiven in Betrieb genommen worden, die seit längerer Zeit einwandfrei arbeiten. Es liegt natürlich der Gedanke nahe, jetzt, nachdem die gesteuerten Gleichrichter gefunden worden sind, dieses Gebiet weiter auszudehnen. Berechnungen, die in dieser Beziehung angestellt worden sind, z. B. für eine in Abb. 25 gekennzeichnete normale $B_0 + B_0$ Wechselstrom-Güter- und Personenzuglokomotive, lassen es wahrscheinlich erscheinen, daß man mit 50periodigem Strom vom Fahrdraht aus über Transformator und gesteuerte Gleichrichter nebst Schaltvorrichtung zu Gleichstrommotoren gehen und dabei eine Dauerleistung von 1450 kW nach R. E. B. erzielen kann, ohne das Lokomotivgewicht von 80 t zu überschreiten.

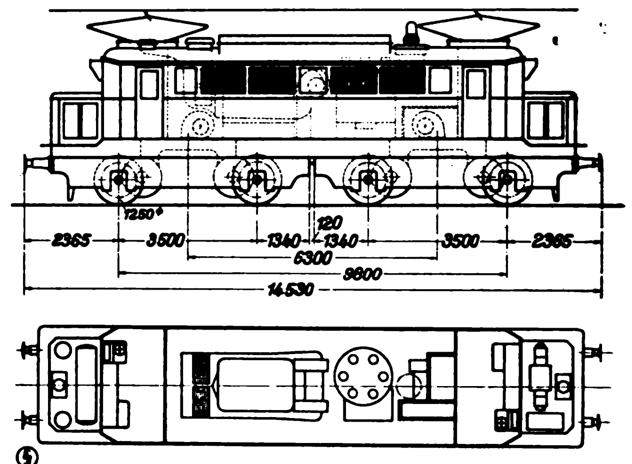


Abb. 26. $B_0 + B_0$/1250 Gleichrichter-Lokomotive, 1860 kW Dauerleistung. 15 kV, 50 Hz, max. 80 km/h.

Wenn wir diese Lokomotive als Gleichrichter-Lokomotive ausführen (Abb. 26), dann erhalten wir folgende Anordnung:

Man ersieht auf dem Bilde den Transformator, den Gleichrichter und die Steuervorrichtung. Motorkompressor und Luftpumpe sollen als nebensächliche Einrichtungen nicht weiter erörtert werden. Das Gewicht des Gleichrichters kann verhältnismäßig niedrig gehalten werden, wenn man in den Gleichstrommotoren mit der Spannung etwas höher geht als man sonst annehmen möchte. Es wird zweckmäßig sein, gleichstromseitig 1000, u. U. 1200 V anzuwenden, was für so große Motoren kein Hindernis bieten würde. Man kommt dann auf ein Gewicht des Gleichrichters, das sich durchaus im Rahmen des Gesamtgewichts der Lokomotive von 80 t halten läßt. Kurzum, das Gesamtgewicht der Gleichrichter-Lokomotive wird nicht größer als das der normalen Wechselstrom-Lokomotive, u. zw. bei einer Gleichrichter-Lokomotive für $16^2/_3$ Hz. Bei 50 Hz wird das Gewicht der elektrischen Ausrüstung kleiner werden können, weil der Transformator das halbe Volumen und infolgedessen auch das halbe Gewicht bekommt. Die Lokomotive muß in dieser Ausführung natürlich auch billiger werden als die jetzige Wechselstrom-Lokomotive. Das kommt daher, daß die Gleichstrommotoren sich billiger ausführen lassen — namentlich als vierpolige Motoren — als die achtpoligen Wechselstrommotoren. Das Kilogramm Gleichstrommotor hat ungefähr einen Preis von rd. 70 % des Wechselstrommotors. Insgesamt, also für den 50periodigen Transformator und die 4 Gleichstrommotoren einschließlich Gleichrichter, wird man auf einen Preis der elektrischen Ausrüstung der Lokomotive kommen, die zwischen 10 und 15 % des jetzigen Preises der Ausrüstung der Wechselstromlokomotive liegt.

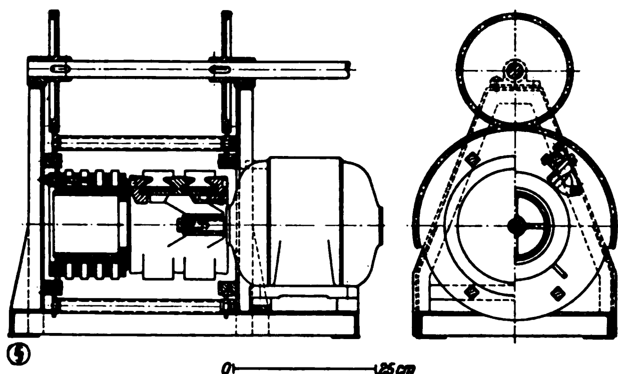


Abb. 27. Gesteuerter Quecksilberdampf-Gleichrichter. Taktgeber für Lokomotivbetrieb.

Die ganze Steuerung erfolgt mit dem Taktgeber, wie aus Abb. 27 zu erkennen ist. Man muß hierzu noch sagen, daß auf der Zeichnung im Maßstab 1 : 1 der Steuerapparat nur eine Fläche von 40 · 50 cm einnimmt. Der dazu gehörige gesteuerte Gleichrichter ist in Abb. 28 (wie Abb. 3 des Vortrages, S. 762 dieses Heftes) dargestellt. Er bietet gegenüber den anderen Gleichrichtern nur die eine Neuerung, daß bei ihm das Gitter angebracht ist, das Herr Dr. SCHENKEL bereits erwähnt hat. Es ist anzunehmen, daß die Gleichrichter-Lokomotive in der Zukunft sich ein weites Anwendungsgebiet erobern wird.

Meine Herren, ich möchte meine Ausführungen nicht beenden, ohne einige Worte allgemeiner Natur noch zu sagen. Man lernt ja im Leben niemals aus, und so geht es heute auch mir, u. zw. in folgender Beziehung. Ich habe heute gelernt, wie man an einem Diskussionsabend aus einer beschränkten Redezeit von 5 ... 10 min eine dreiviertelstündige Einschiebvorlesung über theoretisch höchst wichtige Dinge machen kann. Ich möchte aber im Zusammenhang damit den Wunsch und die Bitte aussprechen, daß Herr Prof. PETERSEN den geistvollen Vortrag, den er heute gehalten hat, mit etwas mehr Zeit an einem der nächsten Abende des EV wiederholt. Und noch folgendes möchte ich anfügen. Es hat fast den Anschein, als ob infolge des Vortrags des Herrn Dr. SCHENKEL bei den Kollegen der AEG eine große Motion entstanden ist. (Heiterkeit.) Wir bedauern außerordentlich, daß diese — ich möchte beinahe sagen: in Richtung Feindschaft geht, denn es war natürlich nicht unsere Absicht, uns an den Kollegen der AEG zu reiben. Im Gegenteil: die Entstehung des Vortrags hat eine Vorgeschichte andrer Richtung. Herr Dr. SCHENKEL und ich sind von den verschiedensten Seiten lebhaft und wiederholt angegangen worden, einmal über die gesteuerten Gleichrichter etwas vorzutragen, nachdem im Sommer Herr Prof. PETERSEN in Essen einen größeren Vortrag über Steuerröhren gehalten hatte und auch andere Herren Vorträge hierüber gebracht haben. Ich habe in Gemeinschaft mit Herrn Dr. SCHENKEL angeordnet, daß mit dessen Vortrag solange wie möglich zurückgehalten wird, weil ich schon vermutete, daß bei Erörterung des Gegenstandes durch SSW es einen gelinden Krach geben werde. Nun ist er glücklich da. (Heiterkeit.) Ich möchte aber, damit jede Verstimmung beseitigt wird, zum Ausdruck bringen, daß Herrn Dr. SCHENKEL, den ich als einen außerordentlich ruhigen Menschen kenne, nichts ferner gelegen hat, als den Kollegen von der AEG auf die Hühneraugen zu treten. (Große Heiterkeit.) Meine Damen und Herren, Deutschland liegt am Boden. Wir haben alle miteinander die Pflicht, dafür zu sorgen, daß wir in Wissenschaft und Technik energisch weiterkommen, viel weiter, als wir augenblicklich sind. Die nächsten 10 ... 20 Jahre werden hoffentlich Raum dazu geben, daß man allerseits auf dem Gebiete der gesteuerten Gleichrichter Erkleckliches leisten wird, und ich kann daher meine Ausführungen nur mit dem Wunsche schließen, daß in dieser Richtung auch den Kollegen von der Konkurrenz die größten Erfolge beschieden sein mögen. (Großer Beifall.)

Herr **Klewe:** Wenn ich als Vertreter der Fernmeldetechnik hier das Wort nehme, so werden die Eingeweihten schon wissen, daß ich nicht von den Vorteilen sprechen will, die der gesteuerte Gleichrichter vielleicht für unsere Stromversorgungsanlagen oder an anderen Stellen bringen kann, sondern daß ich auf die Nachteile hinweisen muß, die die Verwendung dieser Apparate in der Starkstromtechnik, besonders für elektrische Bahnen, unseren Fernsprechleitungen dann bringen kann, wenn nicht für eine ausreichende Glättung der ziemlich verzerrten Kurvenformen gesorgt wird. Wenn man sich die Spannungs- und Stromkurven, die der Herr Vortragende und die Diskussionsredner gezeigt haben, unter diesem Gesichtspunkt ansieht, dann kann man sich eines leisen Entsetzens nicht erwehren. Es ist sehr bitter, was wir haben sehen müssen. Es ist bekannt, daß schon die üblichen Großgleichrichter, sofern sie Straßenbahnen speisen, sich in den benachbarten Fernsprechleitungen mehr oder weniger unangenehm, manchmal sehr unangenehm, bemerkbar machen. Wenn nun zur Speisung der Straßenbahn ein gesteuerter Gleichrichter dient, bei dem die Steuerung den Zweck hat, die Spannung konstant zu halten, dann wird die Amplitude der Oberschwingung gesteigert, und infolge der Sägeform werden insbesondere die Oberschwingungen der höheren Frequenzen ganz erheblich gegenüber den gewöhnlichen Gleichrichtern hervortreten; den Erfolg für benachbarte Fernsprechleitungen kann man sich ausmalen.

Ebenso liegt es, wenn die Umrichter dazu dienen, elektrische Vollbahnen aus dem Drehstromnetz mit Strom von $16^2/_3$ Hz zu versorgen. Sie haben die Kurven gesehen, die uns Herr Dr. LÖBL vorgeführt hat. Ich glaube, daß diese Kurven gegenüber dem jetzigen Zustand, gegenüber den Strom- und Spannungskurven, die wir jetzt bei den Vollbahnen haben, für die benachbarten Fernsprechleitungen eine ganz erhebliche Verschlechterung bedeuten. Ganz peinlich kann es werden, wenn man an die Übertragung großer Leistungen mit hochgespanntem Gleichstrom geht. Ich habe noch nicht den Mut gefunden, einmal auszurechnen, welche Störungen für den Fernsprechbetrieb wir zu erwarten haben, wenn eine Hochspannungsleitung für 10 000 oder 20 000 V und 300 Hz durch die Gegend führt. Ich glaube, eine solche Leitung braucht einen breiten Geländestreifen für sich, in dem man keine weitere Leitung anbringen kann. Man darf auch nicht die Rückwirkung auf die speisenden Drehstromnetze vergessen. Diese Rückwirkung wird nur dann wesentlich sein, wenn eine Drehstromleitung ganz oder fast ausschließlich irgendwelche Stromrichter speist.

Nun habe ich zu meiner großen Freude in dem Vortrag und auch in der Diskussion gehört, daß man sich auch mit Glättungseinrichtungen beschäftigt hat, und daß man auch schon weitgehend Glättungseinrichtungen in irgendeiner Form mit den Stromrichtern verbunden hat. Es bleibt mir daher nur übrig, den dringenden Wunsch zu äußern, daß es nicht bei der Erwähnung dieser Glättungseinrichtungen bleibt, sondern daß bei der Weiterentwicklung der gesteuerten Gleichrichter im Interesse der Fernsprechtechnik wie auch der Starkstromtechnik diese Glättungseinrichtungen von vornherein als integrierender Bestandteil der Apparate angesehen werden, zum mindesten soweit diese Apparate elektrische Bahnen speisen. Besonders möchte ich wünschen, daß man die Glättung nicht nur insoweit vornimmt, als es für die Belange der Starkstromtechnik notwendig ist, sondern ein klein wenig weitergeht, um auch den Belangen der Fernsprechtechnik gerecht zu werden. Es ist heute so, daß man sich schon mit verhältnismäßig einfachen Apparaten im Prüffelde darüber klar sein kann, in welchem Maße ein Apparat auf die Fernsprechleitungen störend einwirkt und welche Erfolge man mit Glättungseinrichtungen erzielen kann. Die Fernsprechtechniker sind sich vor kurzem darüber einig geworden, in welcher Weise man die verschiedenen Oberschwingungen hinsichtlich ihrer Fernsprechstörwirkung zu bewerten hat. Wenn man vor ein Voltmeter ein Filter

schaltet, dessen Durchlässigkeit dieser Bewertungskurve entspricht, so kann man mit diesem Apparat sofort eine Größe messen, die wir als Störspannung bezeichnen und die ein Maß für die Fernsprechstörwirkung des Stromrichters ist. Ich halte es für sehr erwünscht, daß die Firmen, die an der Entwicklung der Stromrichter arbeiten, wenn irgend möglich auch die Störwirkung kontrollieren, und ich brauche dann nur zu wünschen, daß für eine möglichst niedrige Störspannung der gespeisten und der speisenden Netze Sorge getragen wird. (Beifall.)

Herr **Glaser:** Ich wollte Ihnen ursprünglich noch einiges über die gittergesteuerten Eisengleichrichter der AEG erzählen und Ihnen einige Bilder zeigen von den Konstruktionen, die wir auf diesem Gebiet ausgeführt haben. Wegen der Kürze der mir zur Verfügung stehenden Zeit möchte ich jedoch lieber gleich auf ein Gebiet übergehen, das anscheinend in der breiteren Öffentlichkeit noch nicht so ganz bekannt ist, auf das Gebiet der Glühkathoden-Entladungsgefäße. Einem Wunsche des Vortragenden entsprechend, werde ich dabei nicht auf Schwachstromapparate eingehen. Ich werde also nicht über dieses kleine Rohr sprechen, das ½ A bei 5000 V zu bewältigen imstande ist, sondern werde über diese beiden größeren Rohre sprechen. Sie sehen auf dem Vorführungstisch zwei Rohre, von denen das eine schon eine erhebliche Brenndauer hinter sich hat, während das andere eine verhältnismäßig neue Konstruktion ist. Bei diesem Rohr haben wir es mit einer Kathode zu tun, deren Emission 200 A beträgt. Bei dem anderen Rohr beträgt die Emission 1000 A.

Der Herr Vortragende hat abgeraten, Glühkathoden für Starkstromzwecke zu benutzen, weil die Heizdrähte der Kathoden von außerordentlicher Labilität seien. Er hat gemeint, daß diese Drähte die gleiche Stärke hätten wie die Glühfäden in den Glühlampen. Ich habe mir daher erlaubt, eine Glühspirale für einen 1000 A-Gleichrichter mitzubringen, die aus 3 mm starkem Wolfram besteht und im Betriebe eine Temperatur von etwa 1500 ° C annimmt. Das ist bei der bekannten Temperaturfestigkeit des Wolframs verhältnismäßig wenig.

Von besonderem Interesse ist nun die Frage nach der Lebensdauer solcher Entladungsgefäße. Sie wissen, daß die Kathode eines Glühkathoden-Entladungsgefäßes eine beschränkte Lebensdauer besitzt. Im Zuge der Entwicklung haben wir natürlich mit kleineren Rohren angefangen, die seit mehr als einem Jahr auf dem Prüfstand stehen. Die großen Rohre sind neuere Konstruktionen. Ihre Lebensdauer beträgt bisher über 1000 h, d. h. vorläufig, denn die Röhren hatten noch nicht Gelegenheit, längere Zeit zu laufen. Die Röhren, von denen ich vorhin sprach, laufen jetzt genau 10 004 h. Das ist eine nicht unbeträchtliche Lebensdauer. Ich gestehe gern zu, daß eine solche Lebensdauer auf dem Prüfstand etwas leichter erreicht werden kann als vielleicht in der Praxis. Ich muß aber erwähnen, daß bei der General Electric Co., bei welcher solche Röhren praktisch betrieben werden, Erfahrungen vorliegen, die sich über 17 000 h erstrecken. Daher können solche Röhren sehr wohl in den Kreis der Betrachtungen gezogen werden.

Nun sei noch auf eine ganz besondere Sorge des Ingenieurs eingegangen, wenn er vom Starkstrom spricht. Das sind die Kurzschlüsse. Dürfen wir erwarten, daß eine solche Glühkathode wirklich kurzschlußsicher ist? Beim Kurzschluß muß man im allgemeinen auf die Wärmeentwicklung und auf die mechanische Beanspruchung durch die elektrodynamischen Kräfte hinweisen. Die elektrodynamischen Kräfte haben hier ein verhältnismäßig kleines Feld der Betätigung. Es ist uns daher auch niemals bei Kurzschlüssen, die bis weit über das 20fache der normalen Stromstärke hinausgegangen sind, geschehen, daß eine mechanische Zerstörung stattgefunden hat. Die Wärmeentwicklung kann man von vornherein vernachlässigen, wenn man zuläßt, daß das Experiment des Kurzschlußversuchs unter Hinzunahme von normalen Abschaltmitteln, also Sicherungen, Schnell- und Ölschaltern, gemacht wird. Wir haben beobachtet, daß eine kaum meßbare Temperaturerhöhung eintritt, daß man die Temperaturerhöhung höchstens mit Thermoelementen wahrnehmen kann. Der Grund hierfür liegt darin, daß das Zeitintegral des Kurzschlußstromes bei normaler Abschaltung verhältnismäßig klein gegenüber der Wärmekapazität und Wärmeträgheit der Kathode ist. Außerdem haben die Entladungsgefäße mit Glühkathode die sehr sympathische Eigenschaft, Kurzschlüsse außerordentlich zu dämpfen. Während man bei den Quecksilberkathoden-Gefäßen unter Umständen damit rechnen muß, daß während der Abschaltzeit des Kurzschlusses der Kurzschlußstrom seinen Höchstwert nahezu erreicht, kann man bei diesen Röhren damit rechnen, daß der Kurzschlußstrom unter Umständen fast 2 s braucht, ehe er seine volle Höhe erreicht, und während dieser Zeit haben die vorgesehenen Abschaltmittel natürlich längst abgeschaltet.

Ich möchte noch darauf hinweisen, daß die Konstruktionen, die wir bisher versucht haben, uns die Möglichkeit eröffnen, mit solchen Glühkathoden bis zu Stromstärken von 10 000 A zu gehen. Wenn man ferner die außerordentliche Spannungsfestigkeit solcher Entladungsgefäße in Rechnung stellt — man muß im allgemeinen damit rechnen, daß die

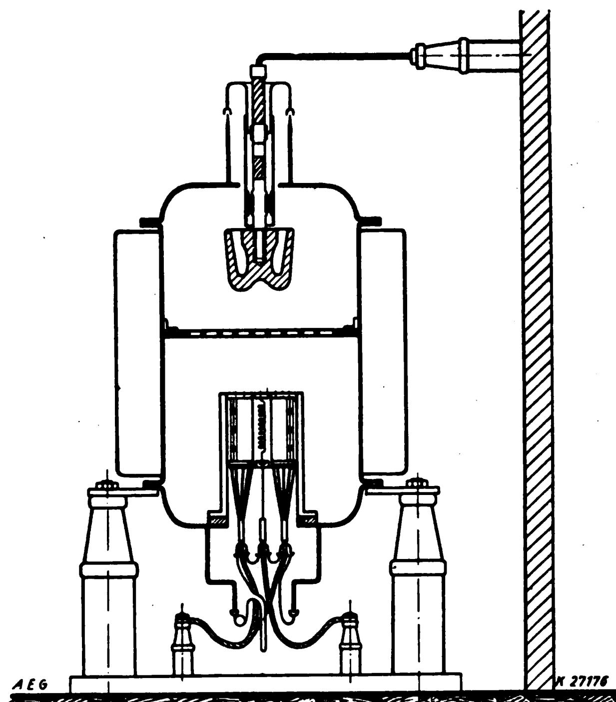


Abb. 29. Glühkathoden-Eisengleichrichter.

absolute Spannungsfestigkeit in der Gegend von 40 000 V liegt —, dann sieht man, daß man mit solchen Röhren schon bei Spannungen von 10 000 ... 15 000 V die Leistungen von recht hübschen Elektrizitätswerken wird gleichrichten können. Man kann und wird dann auch dazu übergehen, solche Entladungsgefäße nicht nur in Glas, sondern auch in Eisen auszuführen.

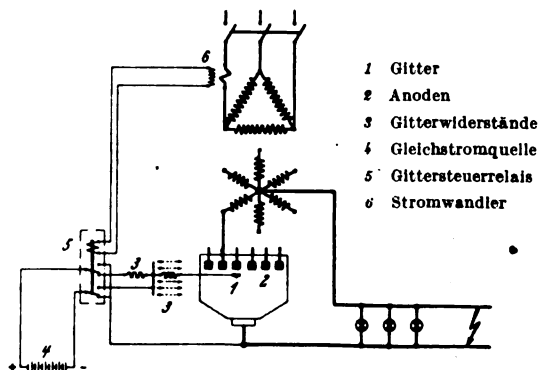


Abb. 30. Prinzipielle Schaltung eines Gleichrichters mit Überstrom- und Kurzschluß-Abschaltung durch Gittersteuerung.

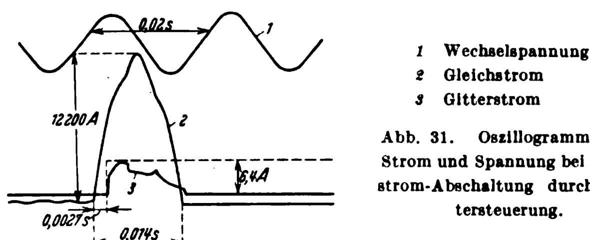


Abb. 31. Oszillogramm von Strom und Spannung bei Überstrom-Abschaltung durch Gittersteuerung.

In Abb. 29 sehen Sie einen Schnitt durch die Konstruktion eines Glühkathoden-Eisengleichrichters, an dem Sie leicht die bekannten Teile eines Gleichrichters ersehen: die Glühkathode, das Gitter und die Anode. Die etwas komplizierte Konstruktion für die Zuleitung rührt daher, daß eine

vollkommene Abfederung und Entlastung der in Glas ausgeführten Einschmelzungen erreicht werden muß. Ferner war bei dieser Konstruktion vorgesehen, das Rohr nicht etwa dauernd an einer Pumpe laufen zu lassen, sondern von der Pumpe abzuziehen, was durch Verwendung der erwähnten Glaseinschmelzungen möglich ist. Dies ist ein besonderer

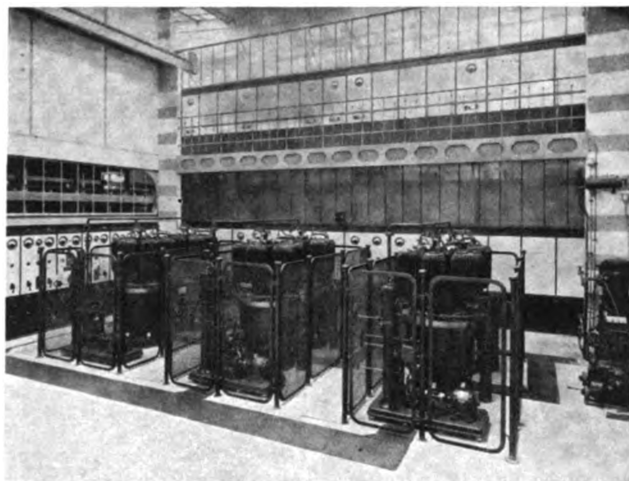


Abb. 32. 6 Gleichrichter für insgesamt 2350 kW, 520 V bei de Wendel, Hayingen, Lothringen (im Jahre 1927 mit Überstrom-Gitterschutz ausgerüstet).

Vorzug der Glühkathodengefäße gegenüber den Eisengleichrichtern. Der Eisengleichrichter wird bekanntlich im allgemeinen (mit Ausnahme von wenigen Versuchen, die in Amerika und auch in Europa vorgenommen worden sind) mit dauernd laufenden Pumpen betrieben.

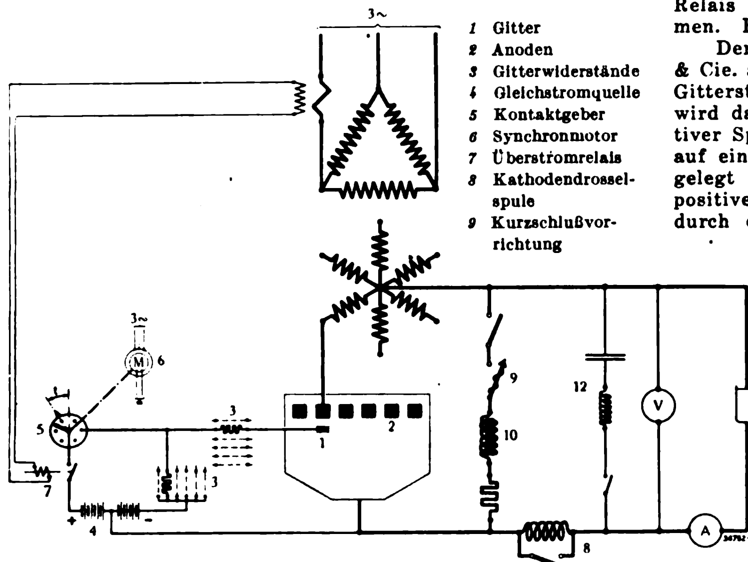


Abb. 33. Prinzipielle Schaltung eines Gleichrichters mit Spannungsregelung und Überstromschutz durch gesteuerte Gitter.

Ich hatte ursprünglich beabsichtigt, Ihnen noch einige Mitteilungen über den grundlegenden Unterschied zwischen der Initialzündsteuerung und der reinen Gittersteuerung zu machen, weil ich der Meinung bin, daß dieser Unterschied in dem Vortrag des Herrn Dr. SCHENKEL nicht klar genug zum Ausdruck gekommen ist. Da meine Redezeit abgelaufen ist, möchte ich auf diese Mitteilungen verzichten. Ich hoffe, daß wir später einmal darauf zurückkommen können. (Beifall.)

Herr **Nowag:** Herr Dr. SCHENKEL erwähnte in seinem Vortrag eine Schaltung von Brown, Boveri & Cie., mit der Netzkurzschlüsse und Rückzündungen durch gesteuerte Gleichrichter schnell gelöscht werden können. Wir haben diese Anordnung bereits im Jahre 1926 entwickelt. Sie besteht im wesentlichen aus einem gittergesteuerten Gleichrichter, dessen Gittern im Falle eines Überstromes durch ein schnellwirkendes Relais eine negative Gleichspannung aufgedrückt wird. Hierdurch wird das Zünden weiterer Anoden verhindert. Die gerade stromführende Anode brennt bis zu ihrem Stromdurchgang durch Null, womit der Kurzschluß abgeschaltet ist. Die Anordnung arbeitet schneller als ein Schnellschalter auf der Gleichstromseite. Zwar wird im allgemeinen das Relais des Schnellschalters ebenfalls ansprechen, so daß das mechanische Abschalten des Schnellschalters nicht verhindert werden kann. Jedoch braucht der Schnellschalter praktisch keine Leistung abzuschalten, da die Löschung des Kurzschlußstromes durch die Gitter im Gleichrichter erfolgt (Abb. 30 u. 31).

Arbeiten rotierende Umformer mit dem Gleichrichter parallel, so fließt im Falle einer Rückzündung auch ein Gleichstrom von den Sammelschienen auf den Gleichrichter zu. Dieser Gleichstrom-Rückstrom kann durch die Gitter nicht abgeschaltet werden, da ein Gleichstrom-Lichtbogen nicht gelöscht werden kann. In diesem Falle ist es notwendig, einen Schnellschalter einzubauen. Die beschriebene Schutzanordnung wird von uns im allgemeinen so getroffen, daß der Schnellschalter automatisch sofort nach dem Löschen des Lichtbogens wieder einschaltet, so daß nur eine Stromunterbrechung von wenig mehr als 1 s entsteht, die im Betriebe im allgemeinen kaum beobachtet wird. Der in die Augen springende Vorteil dieser Schutzanordnung besteht darin, daß die Kurzschlußströme in etwa 10 ... 20fach kürzerer Zeit abgeschaltet werden als durch den Ölschalter. Damit ist klar, daß die störenden Wirkungen auf das liefernde Drehstromnetz wie auf den Gleichrichter selbst entsprechend verringert werden.

Die erste Anlage mit dieser Schutzanordnung wurde bereits im Jahre 1927 geliefert (Abb. 32). Sie finden darüber in der Literatur bereits Mitteilungen, u. zw. in dem Fachbericht zur Weltkraftkonferenz: „Neue Errungenschaften auf dem Gebiet der Gleichrichter“ von S. WIDMER (Band XII des Gesamtberichtes, S. 248). Seit 1927 sind noch eine größere Anzahl Großgleichrichter mit diesem Gitterschutz ausgerüstet worden. Darunter befindet sich eine größere Anzahl von 6000 A-Gleichrichtern. Die beschriebene Schutzanordnung hat in allen Fällen sicher gearbeitet. Der Ölschalter fällt im allgemeinen überhaupt nicht. Nur bei Momenteinstellung der Relais ist in vereinzelten Fällen ein Ansprechen vorgekommen. Er hat jedoch keine Leistung abzuschalten.

Der Gitterschutz wird neuerdings von Brown, Boveri & Cie. auch in Verbindung mit der Spannungsregelung durch Gittersteuerung verwendet (Abb. 33). Die Spannungsregelung wird dabei so ausgeführt, daß die Gitter dauernd an negativer Spannung liegen und nur für die Zündung der Anoden auf einen kurzen Augenblick an eine positive Stoßspannung gelegt werden. Im Augenblick eines Überstromes wird die positive Zuführungsleitung zu den Gittern unterbrochen, wodurch das Zünden weiterer Anoden verhindert wird. Der Gleichrichter löscht aus; in diesem Zusammenhang möchte ich noch erwähnen, daß Brown Boveri für das Zünden der Anode im allgemeinen eine Gleichstrom-Stoßspannung verwendet, die ein exakteres Ansprechen der Anode in einem bestimmten Zeitpunkt ermöglicht, wie das mit langsam ansteigenden Wechselspannungen zu erreichen ist.

Herr Dr. SCHENKEL zeigte in seinem Vortrag weiter eine BBC-Patentschrift über einen regelbaren kommutatorlosen Einphasen-Lokomotivmotor. Es würde zu weit führen, im Rahmen des heutigen Abends auf diesen Motor näher einzugehen. Er ist bereits in der Literatur beschrieben worden[1]. Die Versuche mit diesem Lokomotivmotor sind abgeschlossen.

Zur Ergänzung der Angaben von Herrn Dr. SCHENKEL über das bei Förderanlagen und Reversiermotoren mögliche Rückarbeiten möchte ich erwähnen, daß BBC in der letzten Zeit eine Anordnung entwickelt hat, die es in Bahnanlagen ermöglicht, die Stromlieferung in das Netz und das Rückarbeiten bei Talfahrten durch e i n e n Gleichrichter vorzunehmen.

Mit diesen kurzen Ergänzungen zu dem Vortrag von Herrn Dr. SCHENKEL sind die von Brown Boveri auf dem Gebiete der gesteuerten Gleichrichter geleisteten Arbeiten nicht erschöpft. Auch auf dem Gebiete der Frequenzumformung sind wertvolle Versuche angestellt worden. Darüber müßte jedoch mit Rücksicht auf die vorgeschrittene Zeit in einem besonderen Vortrage berichtet werden. (Beifall.)

Herr **Laub:** Herr Dr. LÖBL hat vorhin die von ihm erstmalig in technisch brauchbarer Form angegebene direkte Frequenzumformung mit gesteuerten Gleichrichtern beschrieben. Sie entspricht, wie Sie gesehen haben, einem synchronen

[1] Meyer-Delius, VDE-Fachberichte 1931. S. 26. — E. Kern, Elektr. Bahnen Bd. 7, S. 313.

Maschinenumformer: Frequenz und Phase der Einphasenspannung stehen in einem festen Verhältnis zur Frequenz und Phase des speisenden Drehstromnetzes.

Ich möchte nun, im Anschluß an die vorhin von Herrn Dir. TRÖGER gemachten Ausführungen, kurz die Wirkung des elastischen Umrichters beschreiben, der von Herrn Dir. KRÄMER von der AEG angegeben worden ist und den Vorteil hat, daß der Frequenz- und Phasenzwang aufgehoben ist: Der Umrichter entspricht in dieser Form also einem asynchronen Maschinenumformer: Drehstromnetz und Einphasennetz sind elastisch gekuppelt. Sie sehen in Abb. 34 oben das

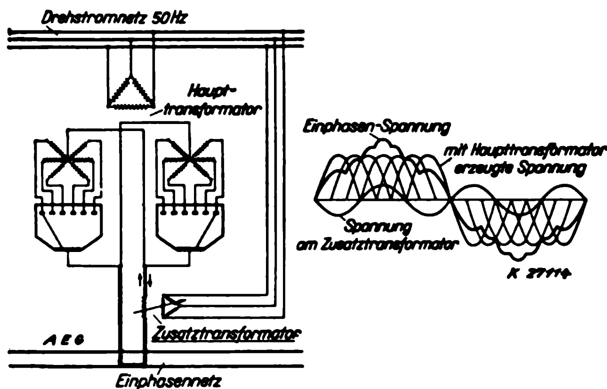


Abb. 34. Elastischer Umrichter; Schaltung.

Drehstromnetz, unten das Einphasennetz; die eine Halbwelle des Einphasenstroms wird wie beim LÖBL-Umrichter von dem linken Gleichrichtersystem, die andere vom rechten System geliefert. Der Unterschied gegenüber der Löblschen Schaltung besteht darin, daß die Sekundärphasen des Gleichrichtertransformators gleiche Windungszahlen besitzen, also nicht gestuft sind, und daß in die Strombahn die Sekundärwicklung eines Drehtransformators eingefügt ist, der vom speisenden Drehstromnetz erregt wird. Es wird also, wie Sie aus der Darstellung rechts ersehen, zu jeder Phasenspannung eine Spannung der gleichen Frequenz, nämlich 50 Hz, zugefügt, deren Phase aber durch Verdrehen von Stator und Rotor des Drehtransformators geschwenkt werden kann, so wie es die Frequenz- und Phasenverhältnisse der beiden Netze verlangen. Stehen also z. B. die Frequenzen der beiden Netze nicht in einem starren ganzzahligen Verhältnis, so läuft der Rotor des Drehtransformators mit einer der Frequenzdifferenz entsprechenden Winkelgeschwindigkeit langsam um.

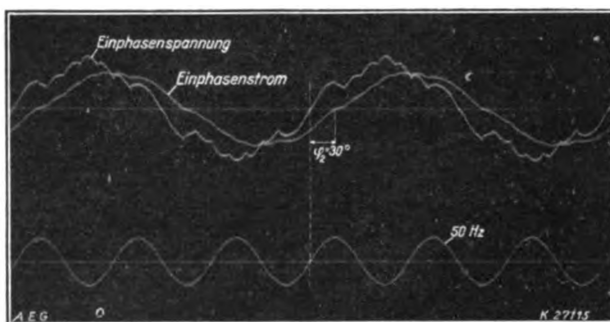


Abb. 35 Elastischer Hüllkurven-Umrichter; Oszillogramme.

Auf dem vorhin von Herrn Dir. TRÖGER gebrachten Lichtbild (Abb. 24) sehen Sie das Spannungsdiagramm links für den Fall gezeichnet, daß die Einphasenspannung mit einer Phasenspannung des Haupttransformators conphas ist, rechts den Fall, daß die beiden Spannungen nicht conphas sind. Der Nullpunkt des Phasensterns ist also um die Sekundärspannung des Drehtransformators verschoben. Unten auf der Abbildung sehen Sie für den ersten Fall die Entstehung der Einphasenspannung aus den Phasenspannungen und der Sekundärspannung des Drehtransformators gezeichnet.

Abb. 35 zeigt Ihnen ein Oszillogramm des Umrichters bei einer Phasenverschiebung von rd. 30° zwischen Einphasenstrom und Spannung.

Der direkt arbeitende Umrichter bezieht, wie Sie aus den Ausführungen von Herrn Dr. LÖBL gesehen haben, die Blindleistung des Einphasennetzes aus dem Drehstromnetz. Ich habe in Abb. 36 den drehstromseitigen Verschiebungsfaktor, also den Kosinus des Phasenwinkels zwischen der Grundwelle des Stroms und der zugehörigen Drehspannung über dem Verschiebungsfaktor der Einphasenlast aufgetragen. Die obere Kurve ist die des ideellen Verschiebungsfaktors, d. h. der

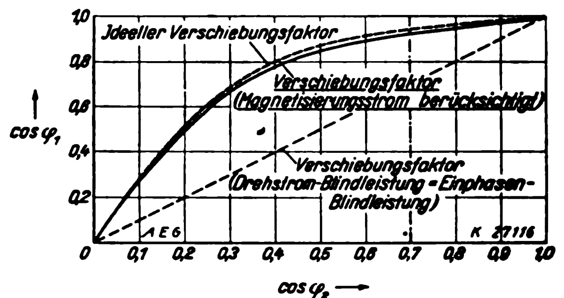


Abb. 36. Hüllkurven-Umrichter; Drehstrom-Verschiebungsfaktor.

Magnetisierungstrom und die Streuung sind vernachlässigt. Die untere Kurve berücksichtigt die Magnetisierungs-Blindleistung des Transformators. Sie sehen darin eine volle Bestätigung der von Herrn Dr. LÖBL schon hervorgehobenen praktisch äußerst wichtigen Tatsache, daß die Drehstrom-Blindleistung nicht gleich, sondern kleiner ist als die Einphasenblindleistung. Auch mit Berücksichtigung der Magneti-

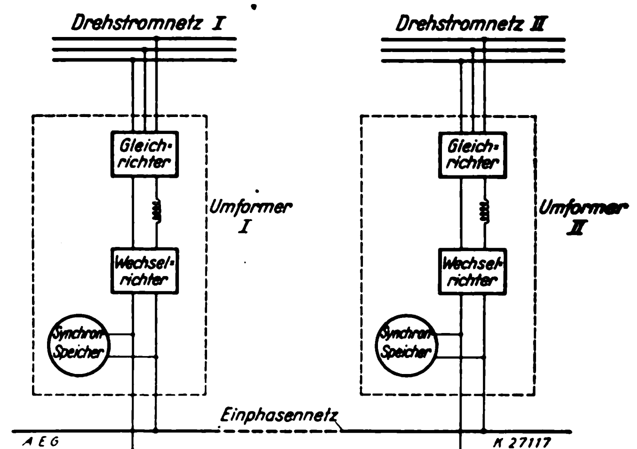


Abb. 37. Umformung von Drehstrom in Einphasenstrom über Gleichstrom (Gleich-Wechselrichter-Schaltung).

sierungs-Blindleistung liegt also der Drehstrom-Leistungsfaktor unterhalb eines Einphasen-Verschiebungsfaktors von 0,98, also gerade in dem für den Bahnbetrieb interessanten Bereich stets über dem entsprechenden Einphasen-Leistungsfaktor. Auf die Gründe für diese zunächst überraschende Tatsache kann ich hier leider wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit nicht eingehen, ebenso nicht auf die Verzerrungsleistung, die noch zur Blindleistung geometrisch zu addieren ist.

Ich möchte zur Ergänzung noch ein paar Worte sagen über die Drehstromrückwirkung der Umrichter, die mit einem Gleichstrom-Zwischenkreis arbeiten, auf die Herr Dr. SCHENKEL nicht näher eingegangen ist. Diese indirekten Umrichter haben durch die Einschaltung des Gleichstrom-Zwischenkreises zwei bedeutende Vorteile: erstens den der völligen Elastizität. Sie können also beliebig untersynchron, synchron und übersyonchron gefahren werden. Der zweite Vorteil ist ihre günstige Drehstrom-Rückwirkung.

Sie sehen in Abb. 37 die Frequenzumformung über Gleichstrom schematisch dargestellt. Wegen der völligen Elastizität können beliebig viele Umrichter aus nicht synchronisierten Drehstromnetzen auf das gleiche Einphasennetz parallel arbeiten. Zwei derartige Umrichter sind parallel arbeitend dargestellt. Jeder Umrichter besteht aus einem Gleichrichter, einem netzerregten Wechselrichter und einer zwischengeschalteten Drosselspule. Frequenz- und Spannungskurve werden entweder durch die Kraftwerksgeneratoren des Einphasennetzes oder durch besondere leerlaufende Synchron- oder Asynchronmaschinen diktiert, die hier wegen ihrer energetischen Rolle, die sie beim Leistungsfluß spielen, als

Speichermaschine bezeichnet sind. In Abb. 38 sehen Sie rechts die oszillographierten Spannungen in einem derartigen Umrichter, ganz oben die Gleichspannung hinter dem Gleichrichter, dann die Spannung an der Speicherdrossel, die Eingangspannung des Wechselrichters und ganz unten schließlich die praktisch sinusförmige Einphasenspannung, wobei der Einfluß der durch die Kommutierung bedingten Frühzündung deutlich zu erkennen ist. Links sind die oszillographierten Ströme wiedergegeben, u. zw. oben die drei Linienströme, unten der Wellenstrom im Zwischenkreis. Die Welligkeit ist dabei übertrieben groß (rd. 33 %) eingestellt, um die modulierende Rückwirkung auf die Drehstrom-Linienströme deutlich zu zeigen. Beim obersten Linienstrom ist nun die zugehörige Spannung mit oszillographiert. Man sieht deutlich,

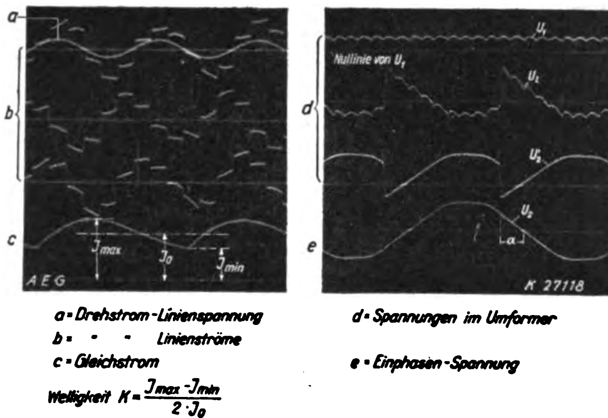


Abb. 38. Umrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis; Oszillogramme der Ströme und Spannungen.

daß sie mit der Grundwelle des Stroms in Phase ist. Der Verschiebungsfaktor ist also gleich 1, unabhängig vom Einphasen-Leistungsfaktor. Obwohl uns bei der Aufnahme dieses Oszillogramms nur ein Gleichrichter in Dreiphasen-GRAETZ-Schaltung zur Verfügung stand (praktisch wird man mit Schaltungen von noch geringerer Welligkeit arbeiten), ist die Verzerrung sehr gering, so daß wir auch mit dieser nicht optimalen Gleichrichterschaltung und der übertrieben großen Welligkeit einen totalen Leistungsfaktor (Verschiebungsfaktor mal Verzerrungsfaktor) von 0,93 gemessen haben. (Beifall.)

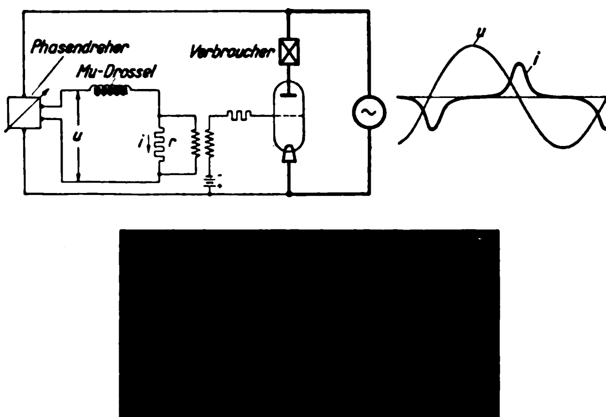


Abb. 39. Stoßsteuerung mit übersättigten magnetischen Kreisen.

Zusatz (schriftlich eingesandt): Zum Schluß noch eine Bemerkung zur Frage der Steuerung. Herr Dr. SCHENKEL hat als Vorteil der elektromechanischen Steuerung mit umlaufenden Kontaktapparaten angegeben, daß dabei sehr steil verlaufende positive Spannungsstöße auf die Gitter gegeben werden können. Man kann ebenso steil verlaufende Gitterspannungsstöße jedoch auch mit rein elektrisch wirkenden Schaltungen ohne rotierende Teile erzielen, von denen ich zwei Beispiele von Schaltungen zeigen will, mit denen wir unsere Gefäße z. B. in Wechselrichter-Schaltungen steuern, wenn der Zündmoment scharf definiert und unabhängig von der Gittercharakteristik sein soll. Diese Stoßsteuerungen lassen sich ebenso wie die ebenfalls rein elektrisch wirkenden Steuerungen mit sinusförmiger Gitterwechselspannung nach TOULON und G. W. MÜLLER zwangslos in die Automatisierung einbeziehen und fernsteuern. In der in Abb. 39 gezeichneten Stoßsteuerungsanordnung wird die Spitze im Magnetisierungstrom einer übersättigten Drossel, z. B. mit Mumetall-Kern, in einen Spannungstoß übersetzt. Sie sehen rechts die Klemmenspannung des Gitterkreises und den Magnetisierungsstrom mit seiner Spitze. Dieser Strom durchfließt einen Ohmschen Widerstand und erzeugt in ihm einen Spannungsabfall, der zu der negativen Vorspannung, z. B. einer kleinen Batterie, hinzugefügt wird. Das Oszillogramm unten zeigt, daß so beliebig steil ansteigende Gitterstöße erzeugt werden können. Die Phase der Gitterkreis-Klemmenspannung kann durch einen beliebigen Phasendreher gegen die Phase der Anodenspannung verdreht und so der Anodenstrom kontinuierlich geregelt werden. In Abb. 40 sehen Sie eine ähnliche elektrische Stoßsteuerungschaltung, bei der die Ventilwirkung einer Glimmlampe ausgenutzt wird. Die Glimmlampe zündet erst, wenn die Spannung am Widerstand R_2 auf den Wert ihrer Zündungspannung angestiegen ist, und brennt, bis ihre Löschspannung unterschritten wird. Der Stromstoß wird durch Einschalten des Widerstandes R_3 in einen Spannungstoß umgesetzt, der transformatorisch auf den Gitterkreis übersetzt und der negativen Vorspannung überlagert wird. Die Phase der Gitterklemmenspannung kann wieder durch den Phasendreher gegen die Phase der Anodenspannung geschwenkt werden. Die scharfen Stöße, die mit der Schaltung erzeugt werden können, sehen Sie aus dem Oszillogramm unten.

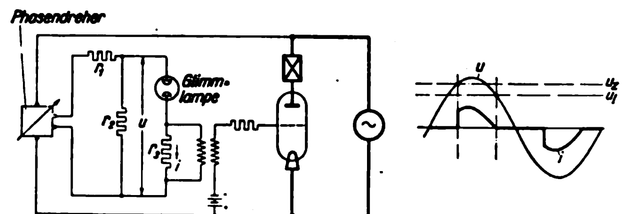


Abb. 40. Stoßsteuerung mit Glimmlampe.

Ich glaube, diese beiden Beispiele aus der Reihe unserer elektrischen Stoßsteuerungen beweisen, daß es nicht nötig ist, auf die rotierenden, elektromechanischen Steuermethoden zurückzugreifen, die den elektrischen an Eleganz, Einfachheit und Betriebsicherheit bedeutend unterlegen sind.

Herr **Stöhr**: Ein wichtiges Anwendungsgebiet gesteuerter Gleichrichter bildet die verlustlose Drehzahlregelung von Motoren, die seit den Anfängen der Elektrotechnik mit im Vordergrund des Interesses steht und zu den verschiedensten Lösungen geführt hat. So vielseitig aber diese Lösungen auch sind, so ist es doch in einer Reihe von Fällen erforderlich, die bezüglich der Drehzahlregelung gestellten Forderungen gewissermaßen nur auf Umwegen zu erfüllen. So nimmt man beispielsweise bei der Leonard-Schaltung die doppelte Umformung in Kauf, während man im Falle der Bahnstromversorgung mit Einphasen-Wechselstrom eine von der üblichen vollkommen abweichende Frequenz wählen muß. Hier gewisse Lücken auszufüllen, dürfte das gesteuerte Entladungsgefäß besonders geeignet sein. Dabei liegen aber die Verhältnisse durchaus nicht so, daß mit dem neuen Element auch schon die besten Lösungen für die Motorsteuerung gefunden sind, sondern es bedarf noch intensiver Arbeit und eingehender Forschung, um die richtige Kombination von Entladungsgefäß und Motor zu finden. Beim normalen Gleichstrommotor, der zu seiner beliebigen Drehzahlregelung über Gleichrichter gespeist wird, liegen in dieser Beziehung die Verhältnisse einfacher; dagegen handelt es sich beim kommutatorlosen Motor, der im Vortrag von Herrn Dr. SCHENKEL ebenfalls kurz erwähnt wurde, um vollkommen neue Schaltungen, und es wäre eigenartig, wenn schon beim ersten Anhieb die zweckmäßigste Verbindung gefunden würde.

Eine wichtige Aufgabe bei der Ausbildung derartiger Einrichtungen ist die Verringerung der Typenleistung des Motors sowie der übrigen Apparate. Die bisher bekannt gewordenen Anordnungen für kommutatorlose, mit Hilfe von

gesteuerten Entladungsgefäßen geregelte Motoren weisen im allgemeinen einen relativ hohen Kupferaufwand auf. Wir werden aus dem Folgenden ersehen, daß sich dieser Nachteil in sehr einfacher Weise dadurch weitgehend beheben läßt, daß man statt eines normalen mehranodigen Gleichrichters einanodige Gefäße verwendet. Durch die Auflösung der Kathode und die Unterteilung in einzelne Gefäße läßt sich eine Verringerung der Typenleistung sowie eine Vereinfachung der gesamten Anordnung erreichen, wie sie mit normalen Gleichrichtern nicht erzielt werden kann. Um den Zusammenhang mit den im Vortrag und den übrigen Diskussionsbeiträgen bereits gezeigten Anordnungen herzustellen, möchte ich bei den folgenden Ausführungen über kommutatorlose Motoren von der sogenannten Kreuzschaltung ausgehen, die prinzipiell nicht nur für die Periodenumformung, sondern auch für die Motorregelung geeignet ist. Abb. 41 zeigt bereits eine verbesserte Schaltung, mit der ein übersynchroner Betrieb des angeschlossenen Motors M möglich ist. Die normale Kreuzschaltung ist praktisch nur für eine Sekundärfrequenz geeignet, die kleiner ist als die Frequenz des speisenden Netzes. Durch magnetische Verkettung der beiden Stromkreise für die positive und die negative Halbwelle des erzeugten Wechselstromes ist es jedoch möglich, den Motorstrom beliebig oft zu kommutieren. In Abb. 41 unten ist T_m eine volle Periode der Motorfrequenz und T die — bei übersynchronem Betrieb längere — Periodendauer des speisenden Drehstromes. Während der ersten Halbwelle des Motors führt beispielsweise der Gleichrichter G_1 Strom in der Richtung der ausgezogenen Pfeile über die obere Wicklungshälfte der Kommutierungsdrossel D. Wird kurz vor dem Ende der betreffenden Motorhalbwelle der Gleichrichter G_2, der bisher gesperrt war, freigegeben, so schickt er einen Strom in Richtung der gestrichelten Pfeile, also in umgekehrter Richtung wie bisher durch den Motor, über die untere Wicklungshälfte von D. Durch die magnetische Verkettung der beiden Stromkreise durch die gemeinsame Drossel D wird gleichzeitig der Gleichrichter G_1 gelöscht und durch ein entsprechendes negatives Gitterpotential gesperrt gehalten. Kurz vor Ablauf der folgenden Motorhalbwelle wiederholt sich dieses Spiel mit umgekehrtem Vorzeichen von neuem, d. h. es wird G_1 gezündet und G_2 gelöscht. Der richtige Zündeinsatz für beide Gleichrichter erfolgt in genauer Abhängigkeit von der Motorstellung, beispielsweise durch einen kleinen Hilfskommutator für wenige Milliampere Strom, der direkt mit der Motorwelle gekuppelt ist.

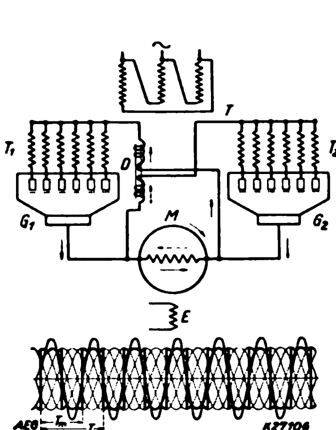


Abb. 41. Kommutatorloser Drehstrommotor; Drehzahlregelung mittels gesteuerter Entladungsgefäße. Einphasen-Kommutierungs-Transformator.

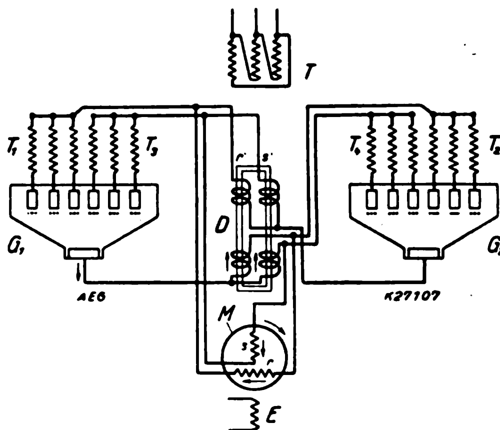


Abb. 42. Kommutatorloser Drehstrommotor; Zweiphasen-Kommutierungs-Transformator.

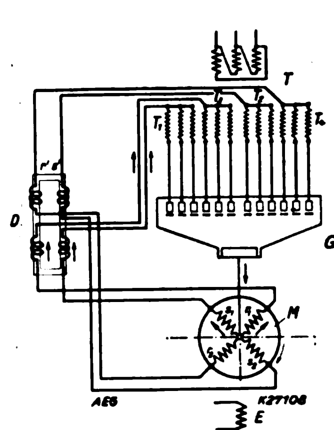


Abb. 43. Kommutatorloser Drehstrommotor; gemeinsame Kathode.

Die Drossel D, die außer zur Ermöglichung der Kommutierung auch zur Glättung des von den Gleichrichtern gelieferten Stromes dienen soll, wird infolge der Gleichstrom-Vormagnetisierung, die sie erfährt, verhältnismäßig groß; dieser Mangel läßt sich in einfacher Weise dadurch beseitigen, daß Motor und Kommutierungs-Transformator mehrphasig ausgebildet werden. Abb. 42 und 43 zeigen zweiphasige Anordnungen für den Motor, wobei die Speisung wieder aus dem Drehstromnetz erfolgen möge. Die zwei Paare von Wicklungen, die jetzt auf dem Kommutierungs-Transformator D angeordnet sind, werden derartig miteinander magnetisch verkettet, daß sich die Gleichstrom-Vormagnetisierungen gegenseitig aufheben und der Kommutierungs-Transformator dadurch wesentlich kleiner wird als in Abb. 41. Die Sekundärwicklungen des Haupttransformators sind in vier Gruppen ($T_1 \dots T_4$) mit jeweils getrenntem Nullpunkt aufgelöst. In Abb. 43 ist zum Unterschied von Abb. 41 und 42 nur ein einziges Gleichrichtergefäß verwendet. Dieser Vorteil wird aber durch eine größere Motortypenleistung erkauft, indem jetzt von den erforderlichen Motorwicklungen jeweils nur die Hälfte Strom führt.

Während es sich bisher stets um Drehstromspeisung handelte, zeigen die nächsten Bilder Anordnungen für Einphasen-Wechselstrom-Speisung mit beliebiger Frequenz. Zum Unterschied gegenüber den bisherigen Einrichtungen sind bei den folgenden Schaltungen für die Motoren Dreiphasenwicklungen zugrunde gelegt. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß es sich nur um eine räumliche Phasenverschiebung handelt, nicht aber auch um eine zeitliche des die betreffenden Wicklungen durchfließenden Stromes, wie dies bei normalen Drehstromsystemen der Fall ist. Die Schaltung nach Abb. 44, in welcher wieder zwei mehranodige Gefäße

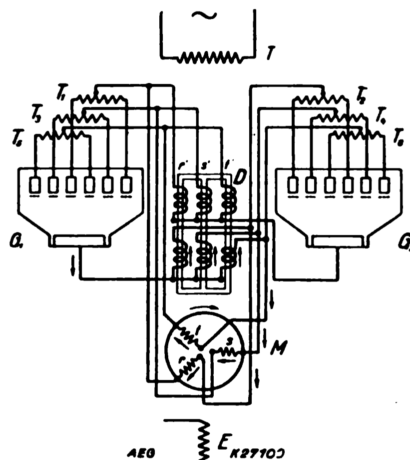


Abb. 44. Kommutatorloser Einphasenmotor; Dreiphasen-Kommutierungs-Transformator.

vorausgesetzt sind, ergibt auf der Sekundärseite des Haupttransformators sechs von einander elektrisch getrennte Wicklungen $T_1 \dots T_6$, jede mit herausgeführtem Nullpunkt wie für Einphasen-Vollweg-Gleichrichter. Von diesen sechs Sekundärwicklungen sind zwar jeweils drei wirksam, aber immerhin wird der Transformator durch die vielen Herausführungen und die getrennten Wicklungen kompliziert und verhältnismäßig groß. Dieser Nachteil wird in einfachster Weise beseitigt, wenn man die Gefäßunterteilung noch weiter treibt und, wie in Abb. 45 dargestellt, ein- bzw. höchstens zweianodige Gefäße verwendet. Die Anzahl der Transformator-Sekundärwicklun-

gen wird dann, wie ersichtlich, auf zwei reduziert. Außerdem ist in Abb. 45 noch gezeigt, daß für den Motor auch eine geschlossene Wicklung mit einer entsprechenden Anzahl von Anzapfungen verwendet werden kann.

Durch eine etwas andere Gruppierung der Entladungsgefäße erhält man schließlich die Schaltung nach Abb. 46, bei welcher sich der Transformator praktisch nicht mehr von der für Einphasen-Vollweg-Gleichrichter normalen Ausführung unterscheidet, gegenüber einer solchen aber sogar noch etwas günstiger ausgenutzt ist, da von den beiden sekundären Wicklungshälften im Falle der Schaltung nach Abb. 46 beide dauernd Strom führen. Das Charakteristische dieser letzten Schaltung ist, daß die Gefäße jeweils gegensinnig parallel geschaltet sind.

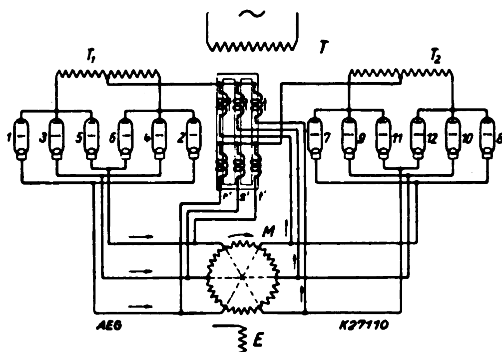


Abb. 45. Kommutatorloser Einphasenmotor; einanodige Ventile.

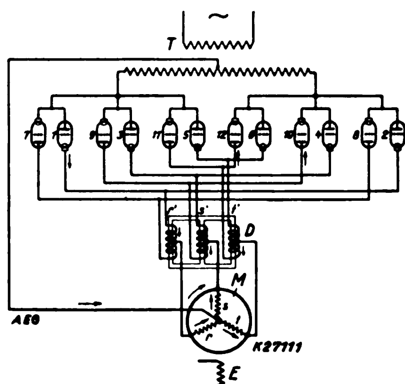


Abb. 46. Kommutatorloser Einphasenmotor; einanodige Ventile und offene Motorwicklungen.

Derartigen Motoren kann durch die übliche Reihen- oder Parallelschaltung ihres Erregerfeldes E jede beliebige Drehzahl-Charakteristik gegeben werden. Außerdem bestehen keinerlei Beschränkungen hinsichtlich der Frequenz des speisenden Netzes, und es ist sogar in einfacher Weise möglich, ein und denselben Motor mit verschiedener Frequenz zu betreiben. In letzterem Falle braucht von den Hauptapparaten nur der Eingangstransformator entsprechend, d. h. für die niedrigste vorkommende Frequenz ausgelegt zu werden. Dies ist u. U. von Bedeutung für Lokomotiven, die mit kommutatorlosen Motoren ausgerüstet werden und Strecken mit verschiedener Fahrdrahtspeisung (beispielsweise mit 50 und $16\frac{2}{3}$ Hz) befahren sollen. Zu erwähnen ist ferner noch, daß sich bei den behandelten Schaltungen der den Motor durchfließende Gesamtstrom jeweils auf mindestens eine der Phasenzahl des Motors entsprechende Anzahl von Gefäßen bzw. Anoden verteilt. In Abb. 44 ... 46 führen somit ständig mindestens drei Entladungsgefäße Strom, und das einzelne Gefäß braucht folglich nur für ein Drittel der Vollaststromstärke bemessen zu werden.

Außer dem Vorteil der besseren Ausnutzung der Wicklungen der einzelnen Apparate bieten die einanodigen Gefäße noch die Möglichkeit, die beschriebene Art der Motorregelung auch auf relativ kleinere Leistungen anzuwenden, als dies beispielsweise mit Eisengleichrichtern normaler Ausführung der Fall sein wird. — Hinsichtlich der Bezeichnung kommutatorloser Wechselstrommotoren dürfte es das zweckmäßigste sein, sich nach der Phasenzahl des speisenden Netzes zu richten, da die Motorschaltung hierfür nicht unter allen Umständen einen sicheren Anhalt bietet. (Beifall.)

Herr von Issendorff: Vor etwa 6 Jahren hatte ich die Aufgabe, in einer Stadt die durch Gleichrichteranlagen hervorgerufenen Fernsprechstörungen mit Hilfe von Glättungsdrosseln und Schwingungskreisen zu beseitigen, u. zw. in der einfachen Weise, die bereits aus der Fernmeldetechnik bekannt war. Den Einfluß der Glättungsmittel habe ich mit meinem Mitarbeiter daran festgestellt, daß wir in der Postzentrale einige Verteilerschränke beobachteten, indem wir Hörer an unsere Ohren legten und die betreffenden Leitungen abtasteten. Wir stellten u. a. fest, daß eine Leitung ein starkes Singen aufwies. Als wir nachsahen, welcher Teilnehmer diese Leitung hatte, zeigte es sich, daß die Leitung unbenutzt war. Die Drähte lagen an Erde. Dann fanden wir einige Leitungen, die nur schwach gestört waren. Auch da zeigte sich, daß die Isolation nicht ganz einwandfrei war. Wir konnten also zunächst diese Leitungen ausscheiden, und es zeigte sich schließlich, daß der störende Einfluß des Gleichrichterbetriebes auf eine einwandfrei verlegte Fernsprechkabelleitung außerordentlich klein ist. Ich möchte darauf hinweisen, daß die wenigen Leitungen, die wirklich beeinflußt werden, i. a. mit kleinen Mitteln direkt entstört werden können, während die Glättungsmittel auf der Starkstromseite sehr umfangreich und kostspielig sind.

Ich möchte ferner mitteilen, daß meines Erachtens ein Erfinder in Amerika als erster die mehrfach erwähnte Steuermethode der Überlagerung einer regelbaren Gleichspannung zur Gitterwechselspannung anwendete und besondere Schaltungen hierfür angab. Das war Albert H. MITTAG von der General Electric Co. Da er seine Methode bereits Ende 1925 angemeldet hat, dürfte er der eigentliche Erfinder dieser Steuerung sein, und Herr Dr. SCHENKEL hat demnach durchaus recht gehabt, wenn er die General Electric Co. als Erfinderin angab.

Weiter möchte ich erwähnen, daß die Anordnung, mit der wir vor 8 Tagen einige Versuche vorführten, zwei Glasgleichrichter enthielt, deren Gitter nach dem Vorbild von Cooper HEWITT gebaut waren. Die Gitter waren maulkorbförmig um die Anoden gelegt (Abb. 47). Diese Ausführung hat Cooper HEWITT 1905 angegeben. LANGMUIR hat in einer Patentschrift von 1914 vorgeschlagen, ein gemeinschaftliches Gitter im Gefäß anzuordnen, das aus Drahtgeflecht o. dgl. bestand. Dieses Gitter diente gemeinsam zur Steuerung beider vorhandener Anoden zum Zwecke der Beeinflussung von Hochfrequenzströmen. Ich möchte nicht unerwähnt lassen, daß diese Anordnung für Mehrphasengefäße nicht brauchbar ist. Man kann zwar damit die abgegebene Spannung in einem begrenzten Bereich zwischen dem vollen und einem zurückgesetzten Betrag aussteuern, nicht aber die vorgeführte Energierückgabe und die Umrichteraufgaben beherrschen.

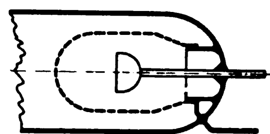


Abb. 47. Gitteranordnung nach Hewitt.

Dann möchte ich mir noch eine Frage erlauben. Herr Dr. LÖBL hatte den persönlichen Wunsch mir gegenüber geäußert, einige Minuten meiner Redezeit zur Verfügung gestellt zu erhalten. Ich komme diesem Wunsche gern nach und möchte gleichzeitig an ihn eine Frage richten. Herr Dr. SCHENKEL hatte vor einer Woche ausgeführt, wie ein Umrichter instand gesetzt wird, Blindströme zu führen, u. zw. etwa folgendermaßen (vgl. Abb. 48). Wir haben eine niederfrequente Spannungswelle und z. B. einen Strom i_1 mit 90° Nacheilung oder einen Strom i_2 mit 90° Voreilung. Man sieht, daß derjenige

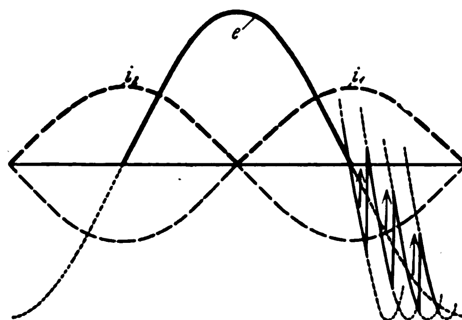


Abb. 48.

Umrichter, der die positive Halbwelle von *e* liefert, bereits vor dem Beginn und noch nach dem Ende dieser Spannungshalbwelle zur Stromabgabe befähigt sein muß. Die Stromabgabe ist also durchaus nicht auf eine Halbperiode beschränkt wie z. B. im Falle der Wirkstromabgabe, vielmehr muß ein Umrichtergefäß in jeder beliebigen Teilperiode geöffnet sein, d. h. es darf praktisch nie vollständig gesperrt werden, desgleichen nicht das Gefäß der anderen (entgegengesetzten) Stromrichtung. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit ununterbrochener, rechtzeitiger Anodenzündungen, und man erhält je eine geschlossene Zackenkurve der ungerichteten Spannung mit einem kleinen Respektabstand voneinander (Abb. 25 d. Vortr.). Diesen Vorgang hat Herr Dr. SCHENKEL eingehend erläutert. Jeder Umrichter ist demnach in seiner negativen Spannungshalbwelle geöffnet und kann Strom liefern, wenn die vorhandene Spannung, die sich aus den EMK des gespeisten Netzes, der Induktivitäten usw. zusammensetzt, noch ausreicht, um einen Strom hindurchzutreiben. Der Umrichterstrom i_1 z. B. springt dann, wie in Abb. 48 durch einzelne eingezeichnete Anodenspannungen angedeutet ist, im Sinne der Pfeile von einer Anode zur nächstfolgenden von selbst über, weil diese im Zündzeitpunkt das positivere Potential von beiden besitzt. Ich habe nun nicht verstanden, auf welche Weise dasselbe auch in der Anordnung von Herrn Dr. LÖBL möglich ist, denn nach seinem System sind reine Spannungsteilwellen unter Verzicht auf die stromwendenden Sprünge zusammengesetzt. Die letzte Anode einer positiven Spannungshalbwelle kann wohl noch den Strom in das negative Gebiet hinein weiterführen. Aber ihre Spannung kehrt dann um und wird zur unrechten Zeit positiv. Ich hoffe, daß es nicht zu unbescheiden ist, wenn ich Herrn LÖBL bitte, auch seinerseits zu erläutern, wie die Blindstromabgabe in seinem Umrichtersystem bewerkstelligt wird. (Beifall.)

Herr **Löbl:** Ich verweise auf ein mir vor kurzem erteiltes (französisches) Patent, das den eben gefragten Punkt genau beschreibt. Daß aber die Abgabe reiner Blindleistung nicht nur auf dem Papier steht, sondern wirklich stattfindet, haben Sie vorhin im Lichtbild (vgl. Abb. 17) gesehen. (Heiterkeit und Beifall.)

Herr **Schenkel:** Ich möchte bei der vorgeschrittenen Zeit Ihre Aufmerksamkeit nur noch auf wenige Minuten in Anspruch nehmen. Ich glaube, nachdem Sie eine Diskussion über sich haben ergehen lassen, die viel länger war als mein Vortrag, müßte jeder gestehen, daß es einfach fabelhaft ist, was die Gleichrichter alles zu leisten vermögen, und daß es doch höchst interessant ist, darüber etwas zu hören. Ich kann deshalb eigentlich nicht verstehen, weshalb eine gewisse Animosität gegen meinen Vortrag bestanden hat. Jedenfalls bin ich den Herren Fachkollegen für die reichhaltige und lebhafte Diskussion außerordentlich dankbar, wie auch Herrn Prof. PETERSEN für die Mitteilungen, die er über den Wechselrichter gebracht hat. Ich möchte feststellen, daß sich als ein Vorteil heute abend herausgestellt hat, daß es auch hier mit dem Leistungsfaktor offenbar ganz günstig zu stehen scheint. Ich habe gesagt, daß der Leistungsfaktor auf dem Gebiete der Spannungsregelung bereits durch Arbeiten von uns wesentlich verbessert werden konnte. Ich sehe, daß auch auf dem Gebiete der Frequenzumformung Arbeiten vorliegen, die Verbesserungen des Leistungsfaktors aussichtsvoll erscheinen lassen. Ich glaube im übrigen, daß die Periodenumformung heute abend etwas zu sehr in den Vordergrund gestellt worden ist und die anderen Aufgaben zu sehr in den Hintergrund gedrängt wurden. Wenn auch die Periodenumformung für die Reichsbahn besonders wichtig ist, so darf man nicht vergessen, daß für die anderen Anwendungen sich vielseitigere Möglichkeiten für die Technik bieten. Ich möchte deshalb nochmals darauf hinweisen, daß im allgemeinen wohl die zahlreichen Aufgaben der Spannungsregelung besonders beachtet werden sollten.

Herr Prof. PETERSEN erwähnte, daß man die Blindleistung auch im Falle der Periodenumformung über ein Gleichstrom-Zwischenglied beherrschen könne, wenn man Röhren in die bekannte Kreuzschaltung bringe. Anscheinend begegnen sich hier unsere Arbeiten, und ich möchte deshalb noch einmal kurz darauf eingehen. In Abb. 25 des Vortrages (S. 769) ist gezeigt, daß der Umrichter, der zuerst gearbeitet hat, z. B. U_1, länger als eine Halbperiode offengehalten werden muß, daß er sich also auch hier in einer Kreuzschaltung mit dem anderen Umrichter U_2 befindet, also ebenso wie Herr Prof. PETERSEN gezeigt hat. (Vgl. Nebenfigur rechts oben und Vortragstext.) Bei ihm waren es einzelne Röhren. Er sagte jedoch, man könne die Röhren zu Gleichrichtern vereinigen.

Herrn Dr. KLEWE möchte ich erwidern, daß ich es nicht für so schwierig halte, Kurvenformen zu verbessern. Bekanntlich ist das bei den Gleichrichtern in weitem Maße gelungen, und dieselben Mittel sind auch bei der Periodenumformung und sonst anwendbar. Ich möchte nochmals besonders darauf hinweisen, daß viele Schwierigkeiten für die Bahnseite beseitigt werden können, wenn man die 50periodige Gleichrichterlokomotive verwendet.

Dann möchte ich mich nochmals in einer Nebensache rechtfertigen. Ich glaube nicht, daß ich die Röhren zu sehr vernachlässigt habe. Ich habe nur gesagt, daß sie noch in der Entwicklung begriffen sind. Ich darf sagen, daß das der Fall ist, und daß auch andere Firmen auf diesem Gebiete fleißig arbeiten. Sie sehen hier eine eiserne Röhre ausgestellt, die 1000 A Dauerstrom, wahrscheinlich noch mehr, bei 3000 V liefern kann.

Damit möchte ich meine Ausführungen schließen. Ich danke nochmals allen Beteiligten für die sehr interessante und lebhafte Diskussion zu meinem Vortrage. (Großer Beifall.)

Mit herzlichem Dank an die Diskussionsredner schließt der Vorsitzende die interessante Besprechung.

Herr **Berdelle** (brieflich eingesandt): Zu dem Hinweis des Herrn Dr. SCHENKEL bezüglich der Verwendung des Umrichters für die Speisung von Drehstromnetzen aus einer Batterie möchte ich bemerken: Der Verwendung der Batterie für die Drehstromspeicherung steht bekanntlich batterieseitig nichts im Wege. Aber auch die doppelte Umformung läßt sich ohne weiteres durch Motorgeneratoren oder Einankermaschinen bewerkstelligen. Sogar bei vorhandenen Anlagen wird es in den meisten Fällen möglich sein, die Maschinen, die bisher nur für die Umformung Drehstrom/Gleichstrom benutzt wurden, auch in umgekehrtem Sinne zu verwenden. Der von Herrn Dr. SCHENKEL beschriebene Umrichter hat dem Maschinenumformer gegenüber folgende Vorteile:

1. Als stillstehender Schaltapparat kann er stets augenblicklich aus dem Ruhezustand eingreifen, so daß Leerlaufbetrieb und -verluste fortfallen. Eine Verzögerung in den kritischen Augenblicken des Noteinsatzes durch Anlauf oder Synchronisieren tritt daher nicht ein.
2. Da er überlastbar und elastisch ist, fällt er bei starken drehstromseitigen Laststößen nicht aus dem Betrieb und kann sich infolge seiner leicht wirksamen Steuerenergie augenblicklich jeder Last anpassen lassen.
3. Der Umrichter benötigt keine Fundamente und kann, da er völlig geräusch- und erschütterungsfrei arbeitet, überall aufgestellt werden.
4. Besonders hervorzuheben ist der Vorteil der Bedienungslosigkeit des Umrichters, der vor allem für die Wirtschaftlichkeit des Betriebes von Bedeutung ist.
5. Der Wirkungsgrad beim Umrichter ist, besonders bei den im Spitzenbetrieb vielfach vorkommenden Teilbelastungen, sehr günstig, so daß der Gesamtwirkungsgrad der Drehstrom-Batteriespeicherung nicht unter dem Wirkungsgrad der sonstigen Speichersysteme zu liegen kommt.

Wie Herr Dr. SCHENKEL ausführte, benötigt der Umrichter nacheilenden Blindstrom, den er nicht selbst erzeugen kann, sondern aus dem vorhandenen Drehstromnetz beziehen muß. Es ergibt sich hieraus, daß er nicht in der Lage ist, auf ein totes Drehstromnetz zu arbeiten, wie es z. B. erforderlich wäre, wenn die Batterie über den Umrichter ein durch Störung völlig spannungsloses Drehstromnetz allein versorgen sollte. In größeren Netzen ist jedoch mit einem völligen Ausbleiben der drehstromseitigen Spannung nicht zu rechnen, da die Umformwerke ja stets durch mehrere von einander unabhängige Leitungen gespeist werden.

Die erwähnten technischen Eigenschaften des Umrichters kommen denen der Batterie sehr nahe, so daß das Zusammenwirken beider Teile sicherlich erfolgreich sein wird und der Verwendung des Akkumulators auch in Drehstromnetzen neue Möglichkeiten erschließen dürfte dadurch, daß auch diese Netze stromspeicherfähig gemacht werden.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Außerordentliche Sitzung

am 2. Februar 1932 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Besprechung des Vortrags[1]

des Herrn Dr.-Ing. E. h. M. Schenkel:

„Technische Grundlagen und Anwendungen gesteuerter Gleichrichter und Umrichter".

Anwesend rd. 800 Personen.

Vorsitz: Herr Geheimrat Dr. Bücher.

Vorsitzender: Meine Damen und Herren, ich darf Sie alle herzlich begrüßen, insbesondere die heute besonders zahlreich erschienenen Gäste. Geschäftliche Mitteilungen sind nicht zu machen. Der Vortrag des Herrn Dr. Schenkel wird relativ viel Zeit in Anspruch nehmen, so daß wir heute abend keine Diskussion haben werden. Es ist aber ein besonderer Diskussionsabend vorgesehen, u. zw. am 9. Februar, abends 7½ Uhr, in dem Hörsaal des neuen Physikalischen Instituts.

Ich darf dann Herrn Dr. Schenkel bitten, mit seinem Vortrag über Anwendungen gesteuerter Großgleichrichter und Umrichter zu beginnen.

(Vortrag folgt.)

Vorsitzender:

Ich glaube in Ihrer aller Namen zu sprechen, wenn ich dem Herrn Vortragenden für die überaus klaren und interessanten Ausführungen unseren herzlichen Dank ausspreche, insbesondere für die Art, in der er dieses neue und doch sehr interessante Gebiet auch den weniger Bewanderten in seinem Vortrag beigebracht hat.

Ich danke Ihnen und schließe die Sitzung.

(Lebhafter Beifall.)

An den Vortrag, der reichen Beifall ausgelöst hat, schließt sich am 9. II. 1932 eine sehr lebhafte, von rd. 1000 Personen besuchte Besprechung[2] unter dem Vorsitz des Herrn Prof. Matthias an.

Elektrotechnischer Verein
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

[1] ETZ 1932, S. 761.

[2] ETZ 1932, S. 770.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

A. Cassirer †. Am 11. Juli d. J. verschied nach schwerer Krankheit, erst 57 Jahre alt, Alfred Cassirer, langjähriger Generaldirektor der Kabel- und Gummiwerke Dr. Cassirer & Co. A.-G. In Görlitz geboren, besuchte er dort und in Berlin das Gymnasium und studierte Elektrotechnik in Darmstadt. Nach Ableistung seines Militärdienstes in



A. Cassirer †.

Cannstatt trat er als Ingenieur im Jahre 1900 in die von seinem ihm 1920 im Tode vorangegangenen Bruder Dr. Hugo Cassirer gegründete Kabelfabrik ein und wurde dort bald Leiter des gesamten Fabrikbetriebes. Im Jahre 1904 wurde er Teilhaber der Firma und nach deren Umwandlung in eine Aktiengesellschaft 1920 Generaldirektor des Unternehmens. Im Weltkriege war er bis zum Frühjahr 1918 Mitglied des freiwilligen Automobilcorps. Eine schwere Erkrankung riß ihn im Frühjahr 1928 aus seiner Tätigkeit, so daß er, als die Hoffnung auf Genesung schwand, Anfang 1932 in den Aufsichtsrat der Firma übertrat. Hohes Interesse und Verständnis für die Kunst halfen ihm, die erzwungene Untätigkeit zu ertragen.

Als ausgezeichneter Fachmann, der die Fabrikation der Leitungen und Kabel bis in alle Einzelheiten beherrschte, hat Alfred Cassirer nicht nur seiner Firma, sondern auch der Allgemeinheit wertvolle Dienste geleistet. Lange Jahre hindurch war er ein sehr tätiges Mitglied der Draht- und Kabelkommission des VDE, immer bereit, sein Wissen und seine Erfahrungen zur Verfügung zu stellen. Als Leiter einer angesehenen Spezialfabrik der elektrotechnischen Industrie wirkte er erfolgreich auch in zahlreichen wirtschaftlichen Verbänden. Alfred Cassirer war eine Persönlichkeit von ausgeprägter Eigenart, dessen hohe Intelligenz sich mit starkem Willen und Temperament verband. Seine Fachgenossen und seine Freunde werden dem tüchtigen Ingenieur, dem vortrefflichen Kunstkenner und dem hilfsbereiten Menschen dankbare Erinnerung bewahren. Apt.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die neueste Entwicklung im Stromwandlerbau.

In seinem Aufsatz in der ETZ 1932, H. 16, stellt Herr Obering. Dr. J. GOLDSTEIN auf S. 379 den „Stromwandler der Type Φ" der Compagnie pour la Fabrication des Compteurs in Paris als etwas Neues hin. Die prinzipielle Schaltung

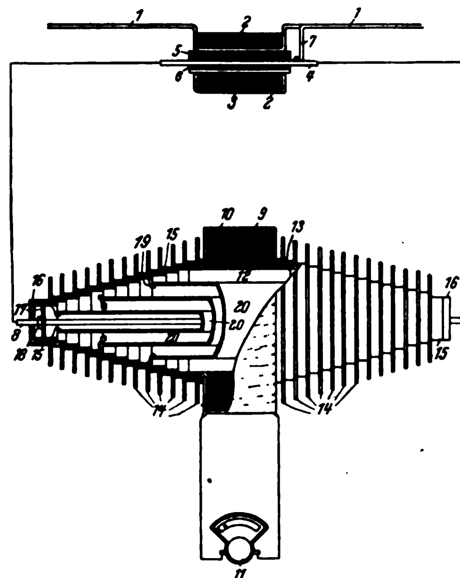


Abb. 1. Stromwandler nach DRP. 208804 (AEG) vom Jahre 1908.

wurde von der AEG bereits im Jahre 1908 zum Patent angemeldet (DRP. 208 804). Abb. 1 zeigt deutlich die in Art der Kaskadenschaltung aufgebauten Stromkreise. Daß die Compagnie pour la Fabrication des Compteurs den ersten Kern auf die Durchführung setzt, ist nicht eigenartig, sondern nach heutigen Begriffen selbstverständlich. Auch die im großen Bogen über die Durchführung gezogene Primärwicklung der zweiten Stufe wurde bereits vor Jahren (1918) von S. & H. für 220 kV Prüfspannung ausgeführt, wie es Abb. 2 zeigt.

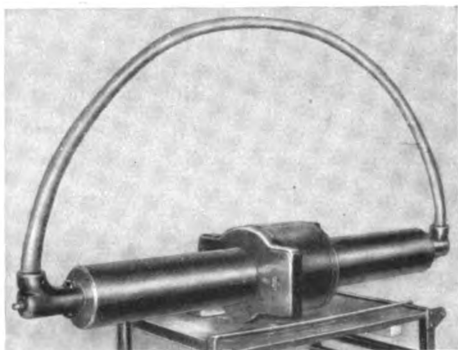


Abb 2. Durchführungs-Stromwandler für 220 kV Prüfspannung (S & H) vom Jahre 1918.

Der Kern 3 der 1. Stufe korrespondiert vollkommen mit dem Kern K_1 gemäß Abb. 6 des im Heft 16 schematisch dargestellten Stromwandlers der Type „Φ", der Kern 9 dem K_2. Die Wicklungen sind dabei in demselben Wirkungsinn aufgebracht.

Berlin-Spandau, 26. IV. 1932.

Bruno Lukschik.

Erwiderung.

1. Es trifft zu, daß die AEG im Jahre 1908 eine Art Stromwandler-Kaskadenschaltung zum Patent angemeldet hat. Prinzipiell ist die Schaltung der Compagnie pour la Fabrication des Compteurs identisch mit der Schaltung in obiger Patentschrift. Neu und eigenartig ist aber die Konstruktion der Compagnie, die ich keineswegs als selbstverständlich ansehen kann.

2. Die Stromwandlerausführung von S & H (Abb. 2) mit dem Bogen um die Durchführung hat nur eine gewisse äußere Ähnlichkeit mit der Konstruktion der Compagnie. Es handelt sich hier nicht um einen Stromwandler in Kaskadenschaltung mit zwei Kernen, sondern um einen Mehrleiterstromwandler. Der Bogen hat offensichtlich nur den Zweck, den Hochvoltleiter mehrfach durch den Kern zu führen.

Berlin-Karlshorst, 4. V. 32. Dr. Goldstein.

LITERATUR.

Besprechungen.

7 Formeln genügen. Vorbereitung zur Gesellen- u. Meisterprüfung im Elektrohandwerk. Von Ing. B. Gruber. Mit 300 Abb., XII u. 336 S. in kl. 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1931. Preis geb. 4,50 RM.

Im Vorwort sagt der Verfasser: „Alle Berechnungen, die der Elektroinstallateur braucht, um seine Arbeiten sachgemäß ausführen zu können, kann er mit den in dem Buch behandelten Formeln bewältigen." Auf dieser Grundlage baut sich der Inhalt des Buches auf, in der Erkenntnis, daß es von Übel ist, wenn der Elektroinstallateur in den Fach- und Gewerbeschulen mit Theorie, die in der handwerksmäßigen Arbeit nicht gebraucht wird, überfüttert wird.

Das Buch ist in erster Linie als Vorbereitungsbuch für die Gesellen- und Meisterprüfung für Elektroinstallateure gedacht. Aber auch dem Elektromechaniker und dem Elektromaschinenbauer vermittelt das Buch die Kenntnisse, um in den Prüfungen Erfolg zu gewährleisten.

Durch die Einbeziehung der Grundbegriffe der Elektrophysik ist das Buch auch als Fachschullehrbuch für den Schüler geeignet.

Die Vorschriften des VDE sind, sofern sie den Stoff berühren, an den geeigneten Stellen in das Buch auszugsweise aufgenommen. Zusammenfassend ist zu sagen, daß der Inhalt des Buches geeignet ist, dem Zweck, für den das Buch gedacht ist, im vollstem Maße gerecht zu werden.

A. Höchtl, München.

Zeitschriften.

Qualität. Zeitschrift für Ware und Werbung. Herausg. u. Verlag: C. Dünnhaupt, G. m. b. H., Dessau. Künstl. Leitung: C. E. Hinkefuß, Berlin. 9. Jahrg. 1931, Heft 3/4. Preis 2,50 RM.

[Das Heft bringt u. a. einen Aufsatz über die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, ihre Forschungsstätten, Laboratorien, Wohlfahrtseinrichtungen usw., auf den seiner schönen Abbildungen wegen hingewiesen sei.]

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die „Sofina" im Jahr 1931. — Die größte europäische Dachgesellschaft für Elektrizitätsunternehmungen, die Société Financière de Transports et d'Entreprises Industrielles, Brüssel, zeigt für 1931 nur eine geringe Verminderung des Rohgewinns von 166,75 auf 162,33 Mill Fr; der Reingewinn ist jedoch stärker zurückgegangen, weil diesmal Abschreibungen in Höhe von 40,69 Mill Fr vorgenommen worden sind (3,97 i. V.). Die Unkosten erhöhten sich von 5,41 auf 5,70 Mill Fr. Der verbleibende Reingewinn beträgt 114,64 Mill Fr gegenüber 155,43 i. V. und 116,22 Mill Fr im Jahr 1929. Von ihm werden 100 Mill Fr zur Ausschüttung einer Dividende von 100 % auf die Stammaktien, 5 Mill. Fr zur Verteilung von 5 % auf die Vorzugsaktien, 4,28 Mill Fr für Tantiemezahlungen verwendet und 9,36 Mill Fr auf neue Rechnung vorgetragen. Bankschulden bestehen nicht. Trotz der Verminderung der flüssigen Mittel sind diese noch immer von so bedeutendem Umfang, daß die Sofina auch jetzt zur Durchführung großzügiger Transaktionen ohne die Aufnahme neuer Kapitalmittel in der Lage wäre.

Bilanzentwicklung der Sofina in Mill belg. Fr.

Bilanzposten	Ende 1929	Ende 1930	Ende 1931
Stammaktien	100,00	100,00	100,00
Vorzugsaktien	100,00	100,00	100,00
Reserven	1528,00	1528,00	1528,00
Konzernschulden	419,38	253,04	268,54
Konsortialgeschäfte	57,87	74,35	77,47
Depots u. Bürgschaften	697,37	612,57	566,91
Reingewinn	116,22	155,43	114,64
Beteiligungen	490,00	590,00	765,00
Kassenbestand und Bankguthaben	1371,14	1146,22	731,93
Außenstände*	317,56	319,14	443,14
Gesicherte Außenstände	4,89	2,16	92,85
Bilanzsumme	3018,84	2824,44	2757,30

* hauptsächlich Konzernschulden.

Die Stromverkaufs- und Einnahmerückgänge verschiedener Elektrizitäts-, Bahn- und Dachgesellschaften, an denen die Sofina beteiligt ist, wurden teilweise wieder dadurch ausgeglichen, daß sich bei anderen kontrollierten Gesellschaften auch 1931 noch die ansteigende Entwicklung hat fortsetzen können. Lediglich die Compagnie Générale de Tramways de Buenos Aires ist stärker durch die Krise betroffen worden und hat bei den Obligationären ein Moratorium beantragen müssen. Das einzige elektrotechnische Unternehmen, an dem die Sofina jetzt noch beteiligt ist, ist die S. E. M. Société d'Electricité et de Mécanique (Procédés Thomson-Houston et Carels) in Brüssel. Diese Gesellschaft, die noch 1930 eine neue Anleihe im Betrage von 20 Mill Fr aufgenommen hat, konnte für 1931 eine Dividende von 6 % ausschütten und annähernd 4 Mill Fr auf das neue Geschäftsjahr vortragen; allerdings hat sich der Auftragsbestand im Lauf des vergangenen Jahres erheblich vermindert. Von sonstigen Fabrikationsunternehmungen, an denen die Sofina beteiligt ist, seien die Compagnie Internationale pour la Fabrication Mécanique du Verre (Brüssel), die Société Générale de Ciments et Matériaux (Brüssel), die Société Belge de l'Azote (Ougrée) sowie zwei belgische Grubengesellschaften erwähnt. *A. Fr.*

Abschluß des Heftes: 5. August 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Hochleistungsicherung H S.

Mitteilung der AEG.

Das Streben nach Verbilligung der Betriebe hat in der Elektrotechnik einen Apparat erneut in den Mittelpunkt des Interesses gerückt, der schon zu den Bestandteilen der ersten elektrischen Installation gehörte: die Sicherung. Neben ihrem bisherigen Verwendungsgebiet werden ihr neuerdings viel weiter reichende Aufgaben gestellt. Die Sicherung soll heute — für Hochspannung gebaut — in der Lage sein, die Kurzschlußleistung einer ganzen Zentrale mittlerer Größe zu beherrschen.

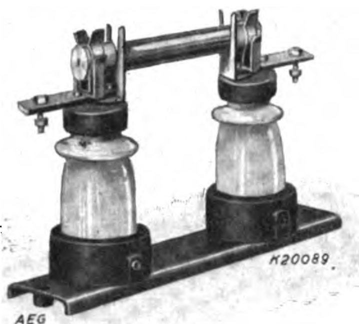


Abb. 1.
Einpolige Hochleistungsicherung HS, Reihe 10.

Diese Forderung erfüllt die von der AEG herausgebrachte Hochleistungsicherung HS (Abb. 1). Sie ist so ausgebildet, daß sie den Kurzschlußstrom, der bei metallischem Kurzschluß ohne vorgeschaltete Sicherung auftreten würde, auf einen kleinen Wert begrenzt. Dadurch ist man in der Lage, mit Hilfe dieser Sicherungen Kurzschlußströme an Netzstellen mit Kurzschlußleistungen bis zu 400 000 kVA sicher zu unterbrechen. Abb. 2 zeigt ein Oszillogramm einer derartigen Abschaltung.

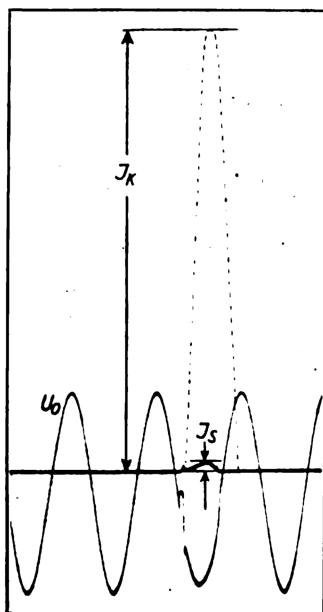


Abb. 2.
Oszillogramm einer Hochleistungsicherung HS, 10 kV Nennspannung, 20 A Nennstrom.

Aus der Charakteristik der Patronen (Abb. 3) geht hervor, daß eine einwandfreie Staffelung der Auslösezeiten möglich ist. Die sichere Stromunterbrechung wird durch die Anordnung des Schmelzleiters in einem pulverförmigen Material von besonderer Löschwirkung erreicht.

Die Begrenzung des Stromes bringt es mit sich, daß der in der Patrone auftretende Druck in mäßigen Grenzen bleibt. Daher werden die Kappen und das Rohr selbst bei den größten zulässigen Abschaltleistungen nicht zertrümmert. Infolgedessen ist auch ein Wiederinstandsetzen durchgebrannter Patronen leicht möglich.

Die Sicherung wird in zwei Ausführungen geliefert. Die eine zeigt das übliche Aussehen ähnlicher Hochspannungsicherungen: auf einer Grundplatte sind zwei Stützer befestigt, welche die Patrone tragen. Die andere Ausführung, die Trennsicherung — eine Vereinigung von Trennschalter und Sicherung — ist wie ein gewöhnlicher dreipoliger Trennschalter ausgebildet, nur sind die Trennmesser statt aus Kupfer aus Isoliermaterial hergestellt, deren Enden je einen Kontakt zur Aufnahme einer HS-Patrone tragen (Abb. 4). Eine Sperrung im Antrieb verhindert unbeabsichtigtes Einschalten des Schalters beim Auswechseln der Patronen. Durch diese Vereinigung von Sicherung und Trennschalter ist neben der Ermäßigung des Anschaffungspreises auch eine Platzersparnis erzielbar, die in vielen Fällen, besonders bei kleinen Stationen sehr erwünscht ist.

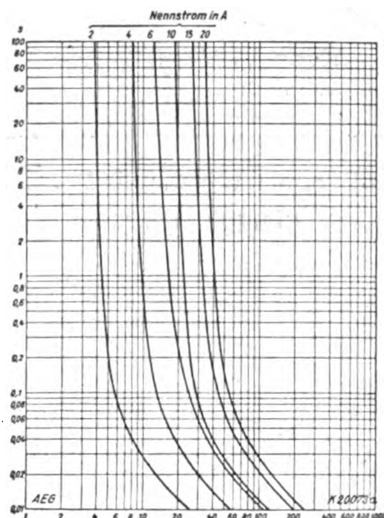


Abb. 3.
Durchschmelz-Kennlinien der Hochleistungsicherungen 2....20 A.

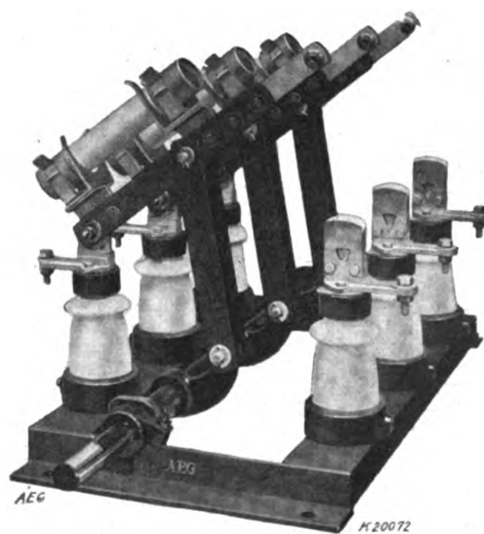


Abb. 4.
Dreipolige Hochleistung-Trennsicherung, Reihe 10.

Durch Schaffung von besonderen Kontaktfahnen ist die Möglichkeit gegeben, die HS-Patronen in die Sicherungsunterteile älterer Sicherungstypen einzusetzen. Hierdurch wird der Übergang zur Hochleistungsicherung wesentlich erleichtert.

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

Jahrbuch der Verkehrsdirektion der BEWAG 1931. Herausg. v. d. Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG., Berlin. (Veröffentl. der BEWAG Reihe II, Bd. 12.) Mit 90 Abb., VII u. 138 S. in 8⁰. Nicht im Buchhandel.

Der Dauerschlagbiegeversuch. Abhängigkeit d. Schlagzahl v. Fallgewicht u. Fallhöhe. Von Dr.-Ing. M. Beilhack. (VDI-Forschungsheft 354.) Mit 55 Abb., 24 Zahlentaf. u. 22 S. in 4⁰. VDI-Verlag G.m.b.H., Berlin 1932. Preis geh. 5 RM, f. VDI-Mitgl. 4,50 RM.

Das Pumpspeicherwerk Waldeck, Denkschrift der Preußischen Elektrizitäts-AG., Berlin 1932. Mit 68 Abb. u. 64 S. in 4⁰. Zu bez. dch. Herausg. Preis kart. 2,50 RM.

Handbuch der Experimentalphysik. Herausg. v. W. Wien † u. F. Harms unt. Mitarb. v. H. Lenz. Bd. 11, Teil 1: Elektrodynamik. Von Prof. G. Mie. Mit 210 Fig., XII u. 502 S. in gr. 8⁰. Akademische Verlagsges., m. b. H., Leipzig 1932. Preis geh. 43 RM, geb. 45 RM.

Die Kältemaschine. Grundlagen, Ausführung, Betrieb, Untersuchung und Berechnung von Kälteanlagen. Von Dipl.-Ing. M. Hirsch. 2. verb. u. verm. Aufl. Mit 390 Abb. im Text, XVI u. 657 S. in gr. 8⁰. Verlag von Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 36 RM.

Winden und Krane. Aufbau, Berechnung und Konstruktion. Für Studierende u. Ingenieure bearb. v. Dipl.-Ing. R. Hänchen. Heft 5: Torkrane (Bockkrane), Verladebrücken, Konsolkrane, ortsfeste Drehkrane. Mit 248 Textabb. u. 94 S. in 4⁰. Verlag von Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 8 RM.

Der elektrische Oberleitungs-Omnibus. Bericht über die 12. öff. Diskussionsvers. des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes vom 27. XI. 1931 in Zürich. Mit Abb. u. 67 S. in 8⁰. Verlag des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, Zürich, Peterstr. 10. Preis geh. 2 Fr.

Wirtschaft, Technik und Wirtschaftsprüfung. Von Dr.-Ing. E. h. A. Schlomann. (Heft 4 von „Der Wirtschaftsprüfer".) Mit IV, 51 S. in gr. 8⁰. Verlag von Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 2,60 RM.

Handbuch der Bildtelegraphie und des Fernsehens. Grundlagen, Entwicklungsziele und Grenzen der elektrischen Bildfernübertragung. Im Verein mit verschied. Fachgen. unter bes. Mitwirk. des Laboratoriums Karolus in Leipzig bearb. u. herausg. v. Prof. Dr. phil. F. Schröter. Mit 365 Textabb., XVI u. 487 S. in gr. 8⁰. Verlag von Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 58 RM.

Die aktienrechtlichen Vorschriften der Verordnung vom 19. IX. 1931. Erläut. von Dr. H. Neufeld. Mit 164 S. in 8⁰. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1932. Preis geb. 6 RM.

Dienst an der Menschheit. (H. 4 von „Forschung tut not".) Herausg. v. versch. Vereinen u. Verbänden. Mit Abb. u. 32 S. in 8⁰. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1932. Preis geh. 0,30 RM.

Meyers Lexikon. 7. Aufl. i. vollst. neuer Bearb. Mit etwa 7900 Textabb. u. über 1570 Taf., Karten u. Textbeil. Bd. 13 (1. Ergänzungsband): Aabenraa—Engländer. Mit zahlr. Abb., Taf. u. 642 S. in gr. 8⁰. Verlag Bibliographisches Institut, Leipzig 1931. Preis geb. 30 RM.

Grundlagen, Entwicklung und Stand der Lieferpreise für elektrische Arbeit. Von Dipl.-Ing. H. Ludewig. Mit 10 Tab. u. 51 S. in 8⁰. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1932. Preis geh. 2 RM.

Korrosion. Bericht über die 1. Korrosionstagung am 20. X. 1931 in Berlin. Veranstaltet v. Verein dt. Eisenhüttenleute, Verein dt. Ing., Verein dt. Chemiker u. d. Dt. Ges. f. Metallkunde. Mit Abb. u. 136 S. in 8⁰. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1932. Preis kart. 7,50 RM.

Der Elektrotechniker-Lehrling. Bearb. v. K. Laubersheimer. (Koeppers Handwerkerbibliothek Bd. 24.) 3. Aufl. Mit 71 Textabb., IV u. 155 S. in kl. 8⁰. Verlag Bernh. Friedr. Voigt, Leipzig 1932. Preis geb. 2,25 RM.

Das Schiffshebewerk Niederfinow. Großschiffahrtsweg Berlin—Stettin. Herausg. v. Neubauamt Eberswalde, bearb. v. Reg.-Baumeister E. Fischer. Mit Abb. u. 67 S. in 8⁰. Verlagsges. R. Müller m. b. H., Eberswalde 1932. Preis geh. 0,50 RM.

Neue Erwerbsquellen für die Gebirgsbevölkerung, die Landwirtschaft und die Industrie. Von Dr. F. Siegwart. Mit 24 S. in 8⁰. Zu bez. durch Buchhdlg. H. Lang & Co., Bern, Amthausg. Preis geh. 75 Rappen.

Der Weg aus der Wirtschaftskrise. Von Dr. L. Kneissler. Mit 30 S. in 8⁰. Selbstverlag des Verfassers in Wietzendorf-St. Pölten 1932. Preis geh. 1,50 S.

Dezimal-Klassifikation. Deutsche Kurzausgabe. Nach der 2. Ausgabe der Dezimalklassifikation Brüssel 1927/1929. Bearbeitet im Auftrage des Deutschen Normenausschusses von Dipl.-Ing. H. Günther. (Nr. 168 der Veröff. des Intern. Inst. für Dokumentation.) 100 S. in 4⁰. Beuth-Verlag, Berlin 1932. Preis kart. 4 RM.

Die Kreiselpumpen. Von Prof. Dr.-Ing. C. Pfleiderer. 2., verb. Aufl. Mit 338 Textabb., X u. 454 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 29,50 RM.

Sonderdrucke.

Neue Funkgeräte im Deutschen Luftverkehr. Von F. Eisner. Z. Flugtechn. Motorluftsch. 1932, Nr. 9.

Listen und Drucksachen.

(Bezug durch die Firmen.)

Hans Blache, Maschinenfabrik, Berlin SO 36. Katalog: Habla-Komprimiermaschine.

Fried. Krupp AG., Essen. Druckschr. Lo 3223: Krupp-Diesel-Lokomotiven.

Prometheus Elektr. Geräte u. Heizeinrichtungen G. m. b. H., Frankfurt a. M. Prospekt Nr. 216: Der el. Prometheus-Herd; 220: El. Bügeleisen; 224: Normalherd; 238: Tischherd; 239: Normalherde „NBD"; 241: Expreß-Wasserkocher.

Eisler Electric Corporation, Newark, N.J., USA. Katalog „W": Speed Spot Welders.

Christian Geyer G.m.b.H., Nürnberg. Hauptpreisliste 232.

Dr. Max Levy G.m.b.H., Berlin. Liste B/22: Selbsttät. Stern-Dreieck-Kontroller m. Sprungvorschub u. Hilfsmotor.

Osram G.m.b.H., Komm.-Ges., Berlin. Liste 16: Eisen- u. Konstantan-Widerstände; Lichtheft C 10: Wie beleuchte ich meine Wohnung?

Reichsverband des deutschen Elektro-Installateur-Gewerbes e.V. (VEI), Frankfurt a. M.: Mitglieder-Werbebroschüre: Warum sind Sie noch nicht Mitglied des Reichsverbandes des deutschen Elektro-Installateur-Gewerbes?

Rhythmographie Ges. m.b.H., Berlin SW 68. Druckschr.: Herstellung fremdsprachlicher Versionen und nachträglicher Tonaufnahmen f. stumme Filme (Die Technik des Rhythmographie-Verfahrens).

Scheiber & Kwaysser, G. m. b. H., Wien. Liste M 3, Preisbl. 307: Hauptstrom-Membrandruckregler Type SSG.

Vereinigte Stahlwerke AG., Dortmund. Handbuch (Katalog) über nahtlose Stahlrohrmasten. 1931.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
53. Jahrgang Berlin, 18. August 1932 Heft 33

Anforderungen an Gerätesteckvorrichtungen*.

Von Dipl.-Ing. Fr. Mörtzsch, Berlin.

Übersicht. Nach einem Hinweis auf die häufigen Störungen an Gerätesteckdosen und Anschlußschnüren wird gezeigt, welche Wege zu einer Verbesserung der Gerätesteckdosen führen können. Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat auf Grund umfangreicher Untersuchungen neue Vorschriften für zweipolige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnüre herausgegeben, was zu einer Verbesserung der heute auf dem Markt befindlichen Gerätesteckvorrichtungen führen dürfte.

Seit Jahren wollen die Klagen über die geringe Haltbarkeit der Gerätesteckdosen und Anschlußschnüre nicht verstummen. Aus der Vielheit der Beanstandungen sind vor allem anzuführen:

ungenügende Wärmebeständigkeit der Gerätesteckdose,
ungenügende mechanische Festigkeit der Gerätesteckdose,
ungenügende Haltbarkeit der Kontakthülsen,
zu hohe Wärmebeanspruchung der Schnur,
zu hohe mechanische Beanspruchung der Schnur,
zu schwere Lösbarkeit der Gerätesteckdose vom Gerätestecker.

Der Verband Deutscher Elektrotechniker hat in Erkenntnis dieser Mängel eine besondere Unterkommission mit der Klärung dieser Frage betraut, deren langjährige Arbeiten nun soweit abgeschlossen sind, daß demnächst „Vorschriften für zweipolige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnüre 10 A, 250 V für Hand- und Elektrowärmegeräte" erscheinen werden.

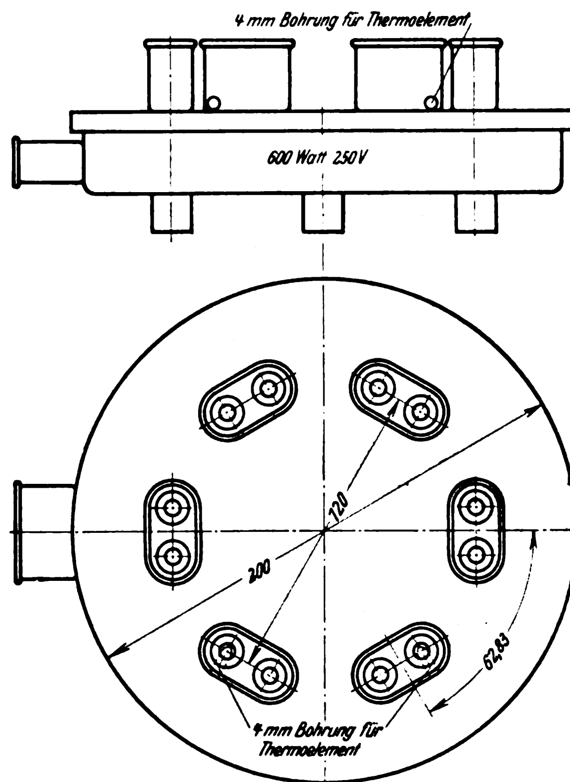
Die Hauptabmessungen der Gerätesteckvorrichtungen (Gerätestecker und Gerätesteckdose) sind im Normblatt DIN VDE 9490, zweite Ausgabe November 1931, festgelegt. Von geringfügigen Änderungen abgesehen, sind die im alten Normblatt DIN VDE 9490, Ausgabe Juli 1925, festgelegten Maße beibehalten worden. Das Blatt wurde jedoch durch einige Beispiele für die Anordnung von Schlitzen am Schutzkragen ergänzt. Außer den im Normblatt besonders angegebenen Schlitzen darf der Schutzkragen aber keine Unterbrechungen an seiner Innenfläche (Ausbeulungen) haben, da der Schutzkragen zugleich zur Übertragung der Schutzwirkung bei Gerätesteckdosen mit Schutzkontakt dient. Auch müssen die Schlitze selbstverständlich so gestaltet sein, daß eine zufällige Berührung spannungführender Teile (z. B. der Steckerstifte) unmöglich ist.

Den neuen Vorschriften für zweipolige Gerätesteckvorrichtungen, insbesondere den darin enthaltenen Prüfbestimmungen, liegen umfangreiche Untersuchungen zugrunde, die teils im Laboratorium der Vereinigung der Elektrizitätswerke, teils in Industrielaboratorien durchgeführt wurden, und über die hier berichtet werden soll.

I. Wärmebeanspruchung der Gerätesteckvorrichtung.

Als Baustoff für Gerätesteckdosen fanden zuerst meist keramische Stoffe (Porzellan, Steatit) Verwendung, die jedoch nicht immer eine genügend hohe mechanische Festigkeit aufweisen. Seit mehreren Jahren werden deshalb mehr und mehr Isolierpreßstoffe benutzt, die sich gegen Schlag weniger empfindlich erweisen, aber beim Überschreiten gewisser Temperaturen ihre Haltbarkeit verlieren. Auch der für die Leitungsisolation der Schnüre verwendete Gummi verträgt keine hohen Temperaturen (90 °C ist hierfür als äußerste Temperaturgrenze anzusehen). Die Einschränkungen der Materialhaltbarkeit sind bestimmend für Konstruktion und Beurteilung der Gerätesteckvorrichtung.

An den Steckerstiften verschiedener Geräte, vor allem Elektrowärmegeräte, treten verhältnismäßig hohe Temperaturen im Betrieb auf. Wenn eine zu hohe Erwärmung der Anschlußstelle der Schnur vermieden werden soll, muß die Gerätesteckdose eine gewisse Länge aufweisen und in ihrem Innern so aufgebaut sein, daß zwischen den



(Durchmesser der Stifte des Gerätesteckers 6,0 mm: Werkstoff der Steckerstifte: Messing)

Abb. 1. Heizgerät zur Wärmebehandlung der Gerätesteckdosen.

Kontakthülsen und der Anschlußstelle ein möglichst großes Temperaturgefälle vorhanden ist. Um einen eindeutigen Ausgangspunkt für die Konstruktion von Gerätesteckdosen zu erlangen, ist in den neuen Vorschriften für Elektrowärmegeräte (V.W.G./1933) in § 19 d folgendes festgelegt:

„Die Kontaktstifte der Gerätestecker dürfen im betriebswarmen Zustand des Gerätes bei Nennspannung bzw. bei der höchsten Spannung des Spannungsbereiches die Temperatur von 180 °C nicht überschreiten."

Es war nunmehr zu überprüfen, welche Temperaturen an der Aderverzweigungsstelle der heute üblichen Gerätesteckdosen bei einer Steckerstifttemperatur von 180 °C auftreten. Es wurden Steckdosen verschiedenen Fabrikates auf das für die Prüfung vorgeschriebene Heizgerät (siehe später) aufgesetzt (Abb. 1) und mittels Thermo-

* Die Arbeit wurde auf Anregung der Kommission für Handgeräte des VDE verfaßt.

elementen die Abhängigkeit der Temperatur an der Aderverzweigungstelle (s. Abb. 2) von der Temperatur am Bund der Steckerstifte bestimmt. Es zeigt sich, daß bei keinem der fünf untersuchten Fabrikate bei 180 ° C Steckerstifttemperatur die Temperatur an der Aderverzweigungsstelle 90 ° C überschreitet (siehe Abb. 3).

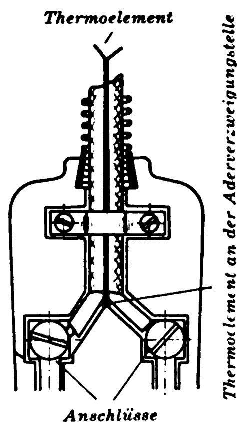


Abb. 2. Einbau des Thermoelements zur Bestimmung der Temperatur an der Aderverzweigungstelle.

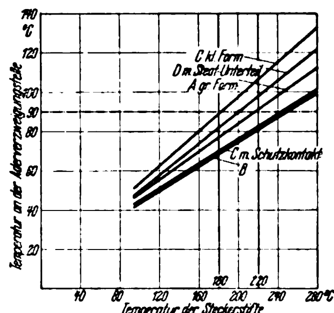


Abb. 3. Abhängigkeit der Temperatur an der Aderverzweigungstelle von der Steckerstifttemperatur am Gerät für Gerätesteckdosen verschiedener Bauart.

In § 19 d der neuen Vorschriften für Elektrowärmegeräte (V.W.G./1933) ist lediglich festgelegt, daß die Steckerstifttemperatur von 180 ° C im b e t r i e b s w a r m e n Zustand nicht überschritten werden soll. Es besteht nun aber die Möglichkeit, daß bei ungünstigen Betriebsverhältnissen, z. B. Trockengehen des Gerätes, auch gelegentlich einmal höhere Temperaturen an den Steckerstiften auftreten können. Ferner ist zu beachten, daß in den alten Vorschriften für Heiz- und Kochgeräte (V.E.Hz./1925) eine Grenztemperatur für die Steckerstifte nicht festgesetzt wurde. Es wurde deshalb die Prüftemperatur der Steckdosen nicht auf 180 ° C, sondern 220 ° C festgelegt:

„Die Gerätesteckdose muß so gestaltet sein, daß an der Verzweigungsstelle der Adern der Anschlußschnur bei einer Temperatur an den Steckerstiften von 220 ° C eine Temperatur von 90 ° C (bei 20 ° C Raumtemperatur) nicht überschritten wird."

Wie aus Abb. 3 deutlich hervorgeht, ist eine wesentlich weitere Erhöhung der Temperatur an den Steckerstiften nicht möglich, da sonst bei einem großen Teil der heute üblichen Gerätesteckdosen die Aderverzweigungstelle und damit der Gummi der Anschlußschnüre eine zu hohe Temperatur erreichen würde. Bei 220 ° C erweisen sich aber auch die meisten verwendeten Isolierpreßmassen als genügend haltbar.

Um die W ä r m e b e s t ä n d i g k e i t der Gerätesteckdose zu untersuchen, sollen die Gerätesteckdosen vor Beginn der Prüfungen der mechanischen und elektrischen Festigkeit einer Wärmevorbehandlung unterzogen werden:

„Zu diesem Zweck ist die mit einer ordnungsmäßig angeschlossenen Zuleitung (NLHG 1,0 mm²) versehene Gerätesteckdose auf einen Gerätestecker mit Schutzkragen, dessen Abmessungen DIN VDE 9490 (zweite Ausgabe) (Anordnung ohne Schlitze; Kontaktstifte mit Bund) entsprechen, zu setzen. Die Kontaktstifte dieses Gerätesteckers sind durch eine besondere elektrische Beheizung auf 220 ° C zu erwärmen und 100 h auf dieser Temperatur zu lassen. (Ein geeignetes Wärmegerät zeigt Abb. 1.) Die Temperatur ist mittels Thermoelement zu messen, das in eine Bohrung am Bund der Stifte des Prüfgerätes (Abb. 1) eingeführt ist."

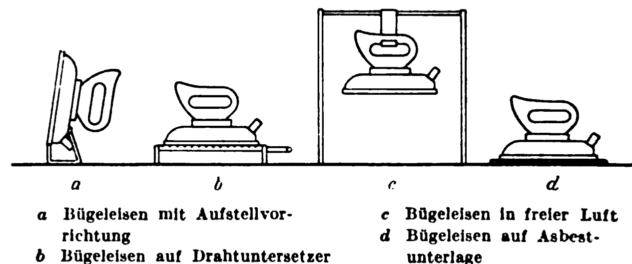
Es war nunmehr zu überprüfen, ob diese Heraufsetzung der Prüftemperatur von 180 ° C auf 220 ° C genügt, oder ob in der Praxis gelegentlich noch höhere Temperaturen an den Steckerstiften auftreten. Erfahrungsgemäß treten die höchsten Temperaturen an den Steckerstiften bei den auch heute noch benutzten Glühkochplatten sowie an Bügeleisen auf. Bei Glühkochplatten mit gut angeordnetem Gerätestecker werden Temperaturen über 160 ° C an den Steckerstiften weder bei Benutzung noch bei Leerlauf erreicht. Vereinzelt finden sich aber auch Fabrikate, bei denen der Grenzwert von 180 ° C überschritten wird.

Besonders umfangreiche Untersuchungen wurden über die Steckerstifttemperaturen an Bügeleisen verschiedenen Fabrikates (mit und ohne Regler) bei verschiedenen Betriebszuständen angestellt. Zunächst wurde die Steckerstifttemperatur beim Bügeln von Handtüchern ermittelt. Es zeigte sich, daß die Grenztemperatur von 180 ° C nur an den Steckerstiften zweier Eisen älterer Konstruktion und bei einem Regeleisen neuerer Bauart überschritten wird (siehe Zahlentafel 1). Der Wert von 220 ° C wird nicht erreicht. Um die auftretende Höchsttemperatur zu ermitteln, wurde die stationäre Steckerstifttemperatur bei

Zahlentafel 1.

Fabrikat Leistung	Art des Schutzkragens	Endtemperatur der Steckerstifte in ° C				
		beim Bügeln	mit Aufstellvorrichtung	auf Drahtuntersetzer	frei an Luft hängend waagerecht	auf Asbestunterlage
I alte Type 450 W	geschlossen	130	220	155	290	340
II alte Type 450 W	versenkt	162	318	346	338	413
II neue Type 450 W	geschlossen	135	263	290	307	371
III neue Type 400 W	offen	118	232	253	263	320
IV alte Type 400 W	geschlossen	145	356	382	388	414
IV neue Type 450 W	offen	135	291	328	319	376
V alte Type 450 W	offen	184	328	361	340	390
V neue Type 450 W	offen	173	273	310	352	413
VI alte Type (mit Regler) 800 W	offen	218	134	146	143	143
VI neue Type (mit Regler) 800 W	offen	124	96	103	110	114
VII neue Type (mit Regler) 600 W	offen	218	190	203	203	203

vier verschiedenen Betriebszuständen gemessen (s. Abb. 4). Die höchsten Temperaturen treten bei Eisen ohne Regler beim Stehen auf einer Asbestunterlage auf. Bei Eisen mit Regler dagegen tritt die höchste Temperatur während des



a Bügeleisen mit Aufstellvorrichtung
b Bügeleisen auf Drahtuntersetzer
c Bügeleisen in freier Luft
d Bügeleisen auf Asbestunterlage

Abb. 4. Verschiedener Betriebszustand bei der Bestimmung der Steckerstifttemperatur an Bügeleisen.

Bügelns auf (s. Abb. 5), da hier das meist in der Sohle liegende Regelorgan stärker gekühlt wird, also später abschaltet, so daß die übrigen Teile des Eisens eine höhere Temperatur annehmen.

Bei Bügeleisen ohne Regler erreicht die Endtemperatur Werte, die unbedingt zu einer Zerstörung der angeschlossenen Schnur führen müssen. Nun vergehen aber, vom kalten Eisen ausgehend, etwa 1½ h, bis die Endtemperatur erreicht ist. Die Prüftemperatur von 220 ° C an den Steckerstiften wird je nach der Bauart des Eisens nach 35 ... 70 min erreicht. Ein derartig langes unbenutztes Stehen unter Strom ist aber nicht als ordnungsmäßiger Gebrauch anzusehen. Häufig wird aber das Eisen während oder im Anschluß an das Bügeln unter Strom mit der Aufstellvorrichtung hingestellt. Auch dann vergehen aber

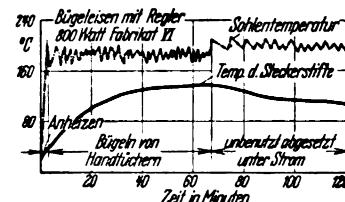


Abb. 5. Verlauf der Sohlen- und der Steckerstifttemperatur bei einem geregelten Bügeleisen.

meist 20 ... 30 min (s. Abb. 6) bis der Prüfwert von 220 ° C erreicht wird. Man kann hiernach feststellen, daß die Prüftemperatur von 220 ° C bei Haushaltbügeleisen im allgemeinen nicht erreicht wird, wenn die Eisen nicht allzulange unbenutzt unter Strom stehen. Wesentlich höhere Temperaturen können allerdings bei Schneiderbügeleisen

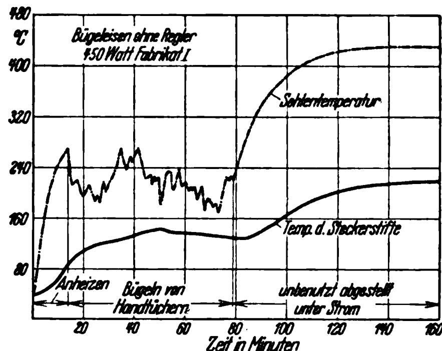
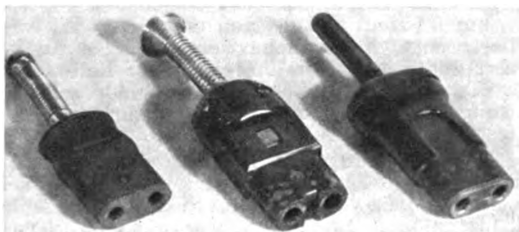
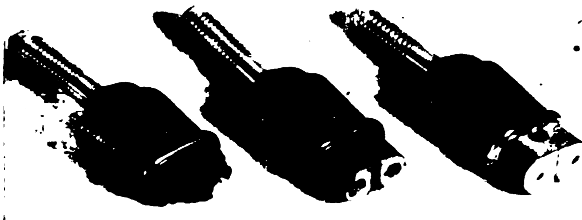


Abb. 6. Verlauf der Sohlen- und der Steckerstifttemperatur bei einem ungeregelten Bügeleisen.

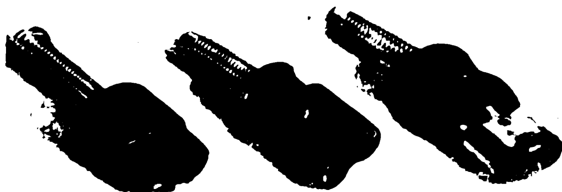
und anderen gewerblichen Geräten auftreten. Hier machen sich dann besondere Maßnahmen erforderlich, z. B. die Verwendung sog. Schutzkragen-Verlängerungsstücke, die infolge des längeren Wärmeweges eine niedrigere Temperatur an der Aderverzweigungsstelle gewährleisten.



Fabrikat A_2 A_1 + B +



Fabrikat D_2 D_3 D_1 +



Fabrikat E C_1 + C_2 +

Abb. 7. Gerätesteckdosen verschiedener Fabrikate nach einer 100stündigen Erwärmung auf 250 ° C. (Die mit + bezeichneten Dosen haben sich als brauchbar erwiesen.)

Natürlich ist es aber erwünscht, daß die Gerätesteckdosen auch bei gelegentlicher Erwärmung über 220 ° C nicht sofort zerbröckeln oder sonstige Formänderungen erleiden. Zur Feststellung, welche Höchsttemperatur die heute auf dem Markt befindlichen Dosen aus Isolierpreßstoffen aushalten, wurden eine Anzahl Dosen auf dem oben erwähnten Heizgerät (s. Abb. 1) 100 h lang bei 250 ° C Steckerstifttemperatur belassen. Abb. 7 zeigt die Dosen nach 100stündiger Erwärmung. Von 9 Dosen (5 Fabrikaten) schienen 6 noch brauchbar. Anschließend wurde die mechanische Festigkeit entsprechend § 21 der Vorschriften für Gerätesteckvorrichtungen geprüft:

„In 1 m Abstand von der Aufschlagplatte wird die Zuleitung durch Klemmung oder dgl. befestigt. Durch eine Auslösevorrichtung kann ein Fallenlassen der Gerätesteckdose erfolgen.

Die Aufschlagfläche ist so einzustellen, daß der Aufschlag einmal an der Unterkante, das anderemal an der stärksten Stelle des Oberteiles, u. zw. annähernd in Richtung der größten als auch der kleinsten Achse erfolgt.

Es sind hiernach bei jedem Prüfling an den vier vorgenannten Stellen je drei Schläge auszuführen."

Nachstehende Zahlentafel 2 zeigt das Gesamtergebnis der Prüfung. 5 Typen (verschiedenen Fabrikates) hielten die-

Zahlentafel 2.

Fabrikat und Art des Steckers	Type des verwendeten Preßstoffes	Befund nach der Erwärmung 100 h 250° C	besondere Merkmale	Befund nach Schlagprüfung		besondere Merkmale
				breitseits	schmalseits	
A_1 gr. Form	1	brauchbar	etwas blasig	brauchbar	brauchbar	—
A_2 kl. Form	2	brauchbar	—	unbrauchb.	brauchbar	beim 3. Schlag auf Breitseite springt eine Schale
B	1	brauchbar	verfärbt sich etwas	brauchbar	brauchbar	—
C_1 kl. Form	Oberteil S Unterteil 1	brauchbar	Unterteil gerissen, verfärbt sich	brauchbar	brauchbar	—
C_2 gr. Form m. Schutzkontakt	1	brauchbar	—	brauchbar	brauchbar	—
D_1 m. Steatitunterteil	S + 1	brauchbar	—	brauchbar	brauchbar	—
D_2	1 + S	unbrauchb.	blasig, bricht aus	unbrauchb.	unbrauchb.	—
D_3	S	unbrauchb.	Unterteil zur Hälfte weggebr.	—	—	—
E	S	unbrauchb.	bricht stark aus	—	—	—

ser Prüfung stand. Auch die Isolationsprüfung nach § 24 a und b (siehe später) wurde von den brauchbaren Fabrikaten A_1, B, C_1, C_2, D_1 erfüllt. Bei einer Steckerstifttemperatur von 250 ° C kann aber natürlich die oben angeführte Grenztemperatur an der Aderverzweigungsstelle von 90 ° C nicht eingehalten werden.

Um aber eine Verwendung ungeeigneter Isolierstoffe auszuschließen, wurde auf Grund der beschriebenen Versuche außer der bisher erwähnten Erwärmung auf 220 ° C zur Prüfung der Isolierteile folgendes festgelegt:

„Zur Prüfung der Isolierteile ist die Gerätesteckdose nach Vorbehandlung gemäß § 19 a jedoch mit einer 100-stündigen Beheizung von 250 ° C auf ihre mechanische Festigkeit gemäß § 21 zu prüfen."

II. Handhabung der Gerätesteckdose.

Von einer guten Gerätesteckdose ist zu fordern, daß sie
1. guten Kontakt auch nach längerer Erwärmung und mechanischer Beanspruchung der Dose gibt,
2. auch nach längerer Erwärmung leicht lösbar ist.

Um die Güte der Federung der Kontakthülsen auch im warmen Zustand sicherzustellen, wurde deshalb zunächst folgende Prüfvorschrift aufgestellt:

„Zur Prüfung der Federung der Kontakthülsen müssen die Gerätesteckdosen nach der Vorbehandlung nach § 18 (100 h auf 220 ° C erwärmt) im warmen Zustand vom Prüfgerät abgezogen werden; es muß auch im warmen Zustand noch ein Lehrdorn von 5,85 mm Dmr. in jeder Kontakthülse mit 0,5 kg Belastung gehalten werden."

Es zeigte sich jedoch, daß diese Forderung auch von sonst guten Fabrikaten nicht erfüllt werden kann. Der Durchmesser des Lehrdorns soll deshalb auf 5,95 bzw. 6,00 mm festgelegt werden.

Zur Feststellung der mechanischen Festigkeit der Dose sowie der Kontakthülsen wird ferner die Steckdose ohne Strombelastung 1000mal in einen Gerätestecker ein- und ausgeführt. Anschließend an diese mechanischen Prüfungen muß in jeder Kontakthülse im kalten Zustand ein Lehrdorn von 5,85 mm Dmr. (siehe oben) noch mit 0,5 kg Belastung gehalten werden.

Um eine gute Lösbarkeit der Gerätesteckdose auch im warmen Zustand sicherzustellen, wird im § 11 gefordert:

„Die Gerätesteckdose muß so ausgebildet sein, daß sie auch im betriebswarmen Zustand bequem vom Gerätestecker gelöst werden kann.“

Diese Festlegung erwies sich als nötig, da durch Versuche eindeutig nachgewiesen werden konnte, daß die Zugkraft, die zur Lösung der Dose benötigt wird, nach längerer Erwärmung auf ein mehrfaches anwächst. Für eine Einzelhülse (nicht fertige Dosen mit 2 Hülsen) stieg die Zugkraft, die im kalten, fabrikneuen Zustand je nach Konstruktion und verwendetem Material zwischen 1,0 und 2,5 kg lag, nach 20stündiger Erwärmung mit 200 ° C auf Werte von 3,0 ... 9,0 kg.

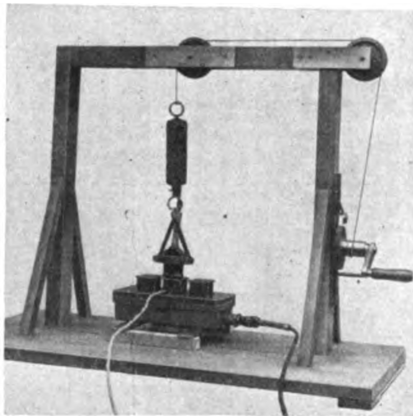


Abb. 8. Prüfgerät zur Bestimmung der Zugkraft zum Abziehen der Gerätesteckdose vom Gerätestecker.

Es lag nun nahe, zahlenmäßig die zulässige Höchstzugkraft festzulegen. Messungen, die an fertigen Dosen gleichen Fabrikates mit Hilfe des in Abb. 8 dargestellten Meßgerätes durchgeführt wurden, zeigten aber eine so große Streuung der Meßwerte, daß sich die Kommission nicht entschließen konnte, genauere Zahlenwerte festzulegen. Die Fabrikanten sollten aber auch ohne eine derartige Festlegung diesem Punkte ihre besondere Aufmerksamkeit schenken. Daß es tatsächlich durch geeignete Konstruktion gelingt, die Zugkraft bei genügender Federung in erträglichen Grenzen zu halten, zeigt Zahlentafel 3:



Abb. 9. Gerät zur Prüfung der Festigkeit der Kontakthülsen beim Kanten der Gerätesteckdose.

Zahlentafel 3.

Zugkraft in kg		
im Anlieferungszustand	nach 20stündiger Erwärmung auf 220° C	nach 50stündiger Erwärmung auf 220° C
2 ... 4	3 ... 6,5	4 ... 6,5

Leider finden sich aber z. Z. häufig noch Dosen, bei denen die Zugkraft von etwa 6 kg im kalten Zustand auf 12 kg und mehr nach 20stündiger Erwärmung mit 220 ° C steigt.

Bei sehr festsitzender Gerätesteckdose ist häufig zu beobachten, daß dann die bedienende Person die Dose nicht in senkrechter Richtung abzieht, sondern durch Kippen und Kanten von den Steckerstiften lösen will. Dadurch werden aber an die Federung der Kontakthülsen hohe Anforderungen gestellt. Um diesen Vorkommnissen Rechnung zu tragen, wurde deshalb hierfür eine besondere Prüfung erlassen:

„Die Gerätesteckdose wird auf einen Gerätestecker mit Schutzkragen, dessen Abmessungen DIN VDE 4990 entsprechen, aufgesetzt. Die Gerätesteckdose wird dann an der ordnungsgemäß angeschlossenen Zuleitung je 50mal in der kleinsten und der größten Achse mit einer Zugkraft von 3 kg in horizontaler Richtung beansprucht.“

Abb. 9 zeigt das hierzu notwendige Prüfgerät.

III. Anschlußschnur und Leitungsanschluß.

Als Leitungschnüre kommen im allgemeinen Gummiaderschnüre NSA und Gummischlauchleitungen NLH, NLHG und NMH in Frage. Ein Mindestquerschnitt von 0,75 mm² ist zulässig. Die Praxis hat nun gezeigt, daß hier neben den durch thermische Beanspruchungen erfolgten Störungen häufig auch die Anschlußschnur durch zu hohe mechanische Beanspruchung (z. B. beim Bügeln, ferner bei bestimmten Staubsaugern) zerstört wird. Eingehende Untersuchungen von Dr. Apt[1] haben gezeigt, daß die meisten Fehler dadurch entstehen, daß bei der Gummischlauchleitung durch die feste Verbindung des Ausfüllgummis mit den stromführenden Adern die Beweglichkeit bei Zugbeanspruchungen gehemmt war, so daß durch mechanische Überlastung der Kupferlitzen ein Reißen der Adern erfolgte.

In den Vorschriften (V.I.L.) wird demnach gefordert, daß die stromführenden Adern gleitend im gemeinsamen Gummimantel liegen müssen. Ferner hat es sich als zweckmäßig erwiesen, den Durchmesser der dünnen Drähtchen in den verwendeten Litzen nicht wie bisher auf 0,2 mm, sondern auf 0,15 mm festzusetzen und Drähte zu verwenden, die eine möglichst hohe Torsionsziffer aufweisen. Selbstverständlich ist beim Anschluß der Leitung an die Gerätesteckdose auf gute Zugentlastung und Verdrehungsschutz zu achten. Ferner ist hinsichtlich der Einführungsstelle festgelegt:

„a) Die Einführungstelle für die Schnüre an der Gerätesteckdose muß so ausgebildet sein, daß scharfe Knickungen verhindert werden. Metallschläuche dürfen als Einführungschutz nicht verwendet werden.

b) Falls Schutzspiralen verwendet werden, darf deren lichter Durchmesser an der engsten Stelle nicht kleiner als 10 mm sein.

Die Schutzspirale darf keine scharfkantigen Teile haben; Schutzspiralen dürfen sich im Gebrauch nicht lösen. Etwa vorhandene Tüllen am freien Ende der Schutzspirale müssen zuverlässig befestigt und von hinreichender Festigkeit sein.“

Da häufig trotz Verwendung von Schutzspiralen Leitungsbrüche an der Einführungstelle oder auch 2 ... 3 cm darüber innerhalb der Schutzspirale aufgetreten sind, wurden besondere Untersuchungen über die zweckmäßigste Ausbildung der Schutzspiralen angestellt. Insbesondere wurde untersucht, bei welcher Steifigkeit der Schutzspirale die größte Haltbarkeit der Leitung erreicht wird. Hierfür wurde der von Apt entwickelte Prüfapparat benutzt (siehe Abb. 10). Bei dieser mechanischen Prüfung wird die Leitung in ähnlicher Weise beansprucht, wie dies z. B. beim Betrieb des Bügeleisens geschieht.

Als Güteziffer wird die Anzahl der Umdrehungen des Prüfgerätes bezeichnet, die einen Bruch der Leitung herbeiführt.

Als Maß für die Steifigkeit der Spirale wurde ermittelt, welche Abweichung das freie Ende der Spirale gegenüber der Ausgangstellung aufweist, wenn die unter einem Winkel von 45 ° montierte Spirale — in einem Abstand von 50 mm von der Austrittstelle — mit einem Gewicht von 250 g belastet wird (s. Abb. 11). Zahlentafel 4 zeigt den Vergleich der Güteziffer mit der Steifigkeit der Spirale.

Zahlentafel 4.

Kennzeichnung der Spirale	Abweichung des freien Endes der Spirale in Grad	Güteziffer
A	90	184
B	90	396
C	65	532
D	20	1642
E	45	1005
F	40	1987
G	40	2512
H	40	1843
I	47	2223

[1] S. Bericht 47, Section I, zur Zweiten Weltkraftkonferenz 1930.

Wenn sich auch eine genaue zahlenmäßige Beziehung zwischen der Steifigkeit der Spirale und der Güteziffer nicht ermitteln ließ, so lassen die in obenstehender Zahlentafel wiedergegebenen Zahlen doch deutlich erkennen, daß zu weiche Spiralen einen ungenügenden Schutz bedeuten.

Da die Feststellung der Güteziffer doch wohl für die Praxis zu umständlich ist, wurden lediglich Grenzwerte für die Steifigkeit der Spirale festgelegt (s. Abb. 11).

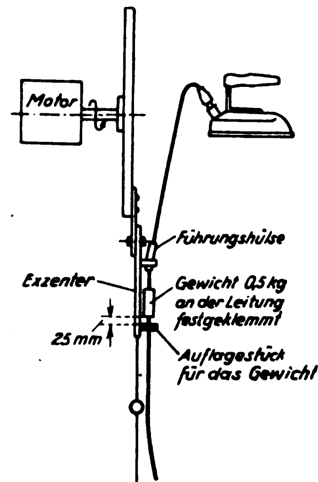


Abb. 10. Prüfapparat nach Dr. Apt zur Bestimmung der Festigkeit der Geräteanschlußschnur.

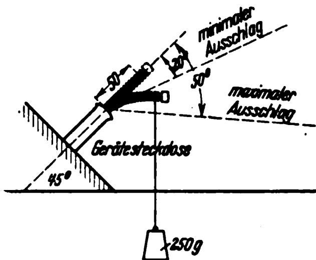


Abb. 11. Prüfung des Neigungswinkels der Schutzspirale.

„Zur Prüfung der metallenen Schutzspirale wird die Gerätesteckdose ohne Zuleitung auf einen Gerätestecker nach DIN VDE 9490 (zweite Ausgabe), der unter einem Winkel von 45 ° montiert ist, aufgesteckt. Die Spirale wird dann in einem Abstand von 50 mm — von der Austrittstelle aus gemessen — mit 250 g belastet. Bei dieser Belastung muß das freie Ende der Spirale zwischen 20 und 50 ° gegenüber der Ausgangstellung liegen."

Um auch bei einer Zerstörung der Gummiisolation infolge zu starker Erwärmung einen Schluß innerhalb der Gerätesteckdose zu vermeiden, wird ferner gefordert:

„Von der Verzweigungstelle ab müssen die Adern in der Gerätesteckdose derart geführt werden, daß sie sich gegenseitig nicht berühren können."

IV. Elektrische Prüfungen der Gerätesteckdose.

Die elektrischen Prüfungen der Steckdosen sind grundsätzlich denen für Wandstecker nachgebildet, werden aber an Gerätesteckdosen vorgenommen, die bereits eine hundertstündige Erwärmung auf 220 ° C durchgemacht haben. Die Schaltleistungsprüfung wird an einer auf 220 ° C wiedererwärmten Dose mit 250 V Gleichspannung bei einer Belastung von 10 A 50mal durchgeführt und soll zugleich dazu dienen, die Feuersicherheit bzw. die Schaltfeuersicherheit des verwendeten Isolierstoffs zu prüfen.

Die elektrische Isolation der Gerätesteckdose wird in der üblichen Weise mit 1500 V Wechselspannung 1 min lang geprüft. Ferner wird der Isolationswiderstand zwischen den Kontakthülsen sowie zwischen den Kontakthülsen und nicht spannungführenden Metallteilen gemessen. Der Widerstand darf bei einer Gleichspannung von 500 V nicht weniger als 2 MΩ betragen.

Eine Reihe von Steckdosenkonstruktionen ist mehrteilig (längs- oder quergeteilt). Auch sind in neuerer Zeit Gerätesteckdosen auf dem Markt erschienen, die mit besonderen Lüftungschlitzen ausgestattet sind. Um zu überprüfen, ob Wasser durch diese Schlitze in das Innere der Gerätesteckdose eindringt, war beabsichtigt, die Dosen folgender Prüfung zu unterziehen:

„Die Gerätesteckdose wird auf den Gerätestecker eines Kochtopfes, der nach der Anschlußseite unter 5 ° Neigung aufgestellt ist, aufgesteckt. Der Inhalt des Topfes ist zum Sieden zu bringen und wird durch Zugießen ¼ l kochenden Wassers in 1 min zum Überlaufen gebracht. Der Versuch ist jeweils an einem Topf mit horizontal und vertikal liegendem Gerätestecker durchzuführen. Nach diesem Versuch wird die Gerätesteckdose vom Kochtopf entfernt, äußerlich abgetrocknet, und es wird der Isolationswiderstand zwischen den Spannung führenden Teilen und der mit Stanniol umwickelten Außenfläche gemessen. Der Widerstand darf bei einer Gleichspannung von 500 V nicht weniger als 2 MΩ betragen."

Der Versuch soll jeweils an einem Topf mit horizontal und vertikal liegendem Gerätestecker durchgeführt werden, um allen in der Praxis vorkommenden Möglichkeiten der Wasserbenetzung Rechnung zu tragen. Bei der Durchführung der Prüfung an auf dem Markt befindlichen guten Dosen zeigte sich nun, daß die Form des Schutzkragens (mit Wulst, glatt, geschlitzt usw.) die Schärfe der Prüfung wesentlich beeinflussen kann. Eine genauere Festlegung ist hier nötig. Wie aber weiter nachstehende Zahlentafel zeigt, erfüllte keines der untersuchten Fabrikate die Forderung eines Mindestisolationswertes von 2 MΩ in beiden Lagen, wenn auch die Stirnwand der Dose mit Stanniol umwickelt wurde.

Zahlentafel 5.

Gerätesteckdose	Isolationswiderstand in Megohm nach § 24 c	
	bei horizontaler Lage	bei vertikaler Lage
I	0,2	0,4
II	1,5	0,8
III	3,5	0,5
IV	0,3	3,0
V	4,0	0,35
VI	0,06	10,0
VII	6,0	0,45

Es wird deshalb hier noch eine Änderung der Vorschriften nötig werden.

Die neuen Vorschriften dürften einen wesentlichen Fortschritt auf dem Gebiet der Gerätesteckvorrichtungen bedeuten und an ihrem Teil dazu beitragen, daß die Störungen an dem für die gesamte Elektrizitätsanwendung so überaus wichtigen Geräteteil geringer werden.

Über die Bedeutung der magnetischen Vorspannung beim elektromagnetischen Telephon.

Von Dipl.-Ing. L. Draub, Berlin.

Übersicht. Der Einfluß der magnetischen Vorspannung auf die Wirkungsweise eines elektromagnetischen Hörers wird untersucht, u. zw. in zwei Richtungen: in bezug auf frequenztreue Wiedergabe und auf Lautstärke. Auch ein experimenteller Weg zum Nachweis dieses Einflusses wird angegeben. Eine den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend rechnerisch ermittelte Wirkungsgradkurve und ein kurzer geschichtlicher Rückblick beschließen die Ausführungen.

Über diese Frage herrschen oft recht unklare Vorstellungen. Es ist ebenso verwunderlich, daß in der Fachliteratur nur in Ausnahmefällen[1] etwas hierüber gesagt wird; und auch da sind Mißverständnisse nicht selten. Nach der Einführung der Verstärker hat aber dieses Problem — nicht nur für Telephonkonstrukteure — an Wichtigkeit gewonnen, da in engem Zusammenhang hiermit auch die Frage der Verzerrung und Lautstärkeverminderung im elektromagnetischen Hörer und Lautsprecher durch die Anodengleichstrom-Vormagnetisierung steht. Die vorliegende Betrachtung soll daher diesem Problem gewidmet sein.

Die Membran des Telephons führt mechanische Schwingungen aus, welche die über ihr befindliche Luftsäule in gleichartige Schwingungen versetzen und so dem Ohr den Eindruck eines Schalles vermitteln. Die mechanischen Schwingungen der Membran gehorchen dem Gesetz:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + r \frac{dx}{dt} + \frac{x}{c} = K, \qquad (1)$$

wobei bedeuten:

m schwingende Masse,
r mechanischer Widerstand,
c Elastizität,
x Amplitude der Membranbewegung,
K die auf die Membran wirkende Kraft.

[1] Z. B. Rotth, Das Werden des Telephons. Verlag Julius Springer, Berlin 1927.

Die Kraft K beträgt nach der von Maxwell abgeleiteten Formel für die Anziehungskraft eines Magneten mit der Vereinfachung, daß die Kraftlinien senkrecht ein- und austreten:

$$K = \frac{I}{8\pi} B^2 Q. \tag{2}$$

Hierbei sind: B Betrag der magnetischen Induktion,
Q Querschnitt des Luftspaltes.

Mit der Umformung

$$B = \frac{\Phi}{Q} \tag{3}$$

(Φ magnetischer Fluß)

erhält man:

$$K = \frac{I}{8\pi} \frac{\Phi^2}{Q}. \tag{4}$$

Die Angabe der Kraft bezieht sich auf ein einpoliges Magnetsystem, das der Einfachheit wegen zunächst den Betrachtungen zugrunde gelegt werden soll. Desgleichen werden Dimensionsangaben erst bei Zahlenrechnungen eingeführt.

Wenn kein Dauermagnet vorhanden, der Hörer also neutral ist, wird der wirksame Fluß Φ allein von dem Wechselfeld herrühren, das dem in der Magnetwicklung wirksamen Wechselstrom entspricht. Der Wechselstrom habe die Form:

$$I = I_0 \sin \omega t, \tag{5}$$

wobei ω = Kreisfrequenz = $2\pi f$ ist.

Der Zusammenhang zwischen Strom und Fluß ergibt sich aus der Gleichung:

$$\Phi = \frac{4\pi N I}{R_m} = \frac{4\pi N I_0 \sin \omega t}{R_m}. \qquad (6)\ (6a)$$

N Windungszahl der Wicklung,
R_m magnetischer Widerstand des gesamten magnetischen Kreises.

Setzt man den Wert der Gl. (6a) in die Gl. (4) ein, so erhält man:

$$K = \frac{2\pi N^2 I_0^2 \sin^2 \omega t}{Q R_m^2}. \tag{7}$$

Während unserer Betrachtung sei:

$$\frac{2\pi N^2}{Q R_m^2} = A = \text{konst.},$$

daher ist:

$$K = A \sin^2 \omega t. \tag{8}$$

Gl. (8) läßt erkennen, daß die Membranbewegungen und damit die Schallwellen in dem Falle des neutralen Hörers die doppelte Frequenz wie die dem Wechselstrom $I = I_0 \sin \omega t$ entsprechenden ursprünglichen Schallwellen haben (Abb. 1).

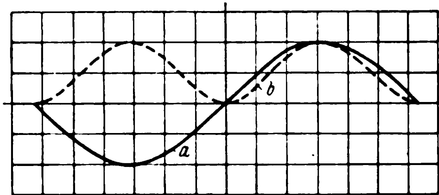


Abb. 1. Graphische Darstellung des Wechselstromes $I = I_0 \sin \omega t$ (Kurve a) und der Membranbewegung $K = A \sin^2 \omega t$ (Kurve b) beim neutralen Hörer.

Experimentell wird es nicht leicht sein, diese Tatsache nachzuweisen, da man nach Entfernung des Dauermagneten die Polschuhe und die Membran nur schwer von jeglichem remanenten Magnetismus befreien kann, um so überhaupt von einem magnetisch vorspannungslosen Elektromagneten sprechen zu können. In den meisten Fällen wird der Fluß Φ der Gl. (4) aus zwei Komponenten bestehen, nämlich dem permanenten Fluß Φ_p, der von dem Dauermagnet oder einer Gleichstrom-Vormagnetisierung herrührt, und dem Wechselfluß Φ_w:

$$\Phi = \Phi_p + \Phi_w. \tag{9}$$

Analog der Gl. (6a), die den Wechselfluß darstellt, kann man sich auch den Dauerfluß Φ_p als von einem in der gleichen Wicklung wirksamen Strom I_p herrührend vorstellen,

$$\Phi_p = \frac{4\pi N}{R_m} I_p. \tag{10}$$

Dann wird aus Gl. (6) + Gl. (10):

$$\Phi = \frac{4\pi N}{R_m}(I_p + I). \tag{11}$$

Setzt man diesen Wert von Φ in die Gl. (4) ein, so erhält man:

$$K = \frac{2\pi N^2}{Q R_m^2}(I_p^2 + 2 I I_p + I^2). \tag{12}$$

Die auf die Membran wirkende Kraft besteht also aus drei Komponenten:

$$K = K_1 + K_2 + K_3 \tag{13}$$

$$K_1 = \frac{2\pi N^2}{Q R_m^2} I_p^2 \tag{14}$$

$$K_2 = \frac{2\pi N^2}{Q R_m^2} 2 I I_p \tag{15}$$

$$K_3 = \frac{2\pi N^2}{Q R_m^2} I^2. \tag{16}$$

K_1 stellt die konstante Zugkraft dar, Folge der Wirkung des Dauermagneten oder der Gleichstromvormagnetisierung; sie bewirkt nur eine konstante Durchbiegung der Membran nach den Polen zu. Ist diese zu stark, dann bleibt die Membran an den Polen haften, und die Pole müssen entsprechend von der Membran entfernt werden. (Das bekannte Knacken im Hörer oder Lautsprecher!)

Maßgebend für die Bewegung der Membran ist das zweite Glied K_2, das proportional dem doppelten Produkt von I und I_p ist. Da I_p konstant, ist die Kraft K_2 proportional dem Wechselstrom $I = I_0 \cdot \sin \omega t$, hat also dieselbe Frequenz wie dieser. Die dritte Komponente K_3 entspricht dem Quadrat des Wechselstromes I, würde daher, wie vorher gezeigt, Schwingungen von doppelter Frequenz wie die der ursprünglichen Schallwellen zur Folge haben. Solange I nicht verhältnismäßig viel kleiner ist als I_p, wird sich K_3 mit seiner doppelten Frequenz der Kraft K_2 überlagern und Verzerrungen bewirken. Dieser Fall kann z. B. eintreten, wenn durch falsche Polung des magnetischen Hörers oder Lautsprechers der meist beträchtliche Anodengleichstrom der Endröhre ein das Feld des permanenten Magneten nahezu kompensierendes Gegenfeld erzeugt. (Gegenmaßnahmen: Fernhaltung des Anodengleichstromes vom Hörer bzw. Lautsprecher durch galvanische Trennung mittels eines Transformators oder einer Kombination von Kondensator und Drosselspule.)

Im allgemeinen ist jedoch I sehr klein im Verhältnis zu I_p, d. h. der Dauermagnetismus stark; dann ist der Einfluß von K_3 nicht mehr wahrnehmbar. Deshalb wird in der allgemeinen Telephontheorie K_3 vernachlässigt.

Bisher haben wir den Einfluß des Dauermagneten in bezug auf frequenzgetreue Umwandlung des Wechselstromes in Schallwellen behandelt. Die zweite noch wichtigere Aufgabe des Dauermagneten ist die Steigerung der Lautstärke des Hörers.

Den Nachweis, daß die Verwendung eines Dauermagneten tatsächlich eine beträchtliche Lautstärkezunahme bewirkt, könnte man auf verschiedene Weise führen. Man könnte z. B. den Einfluß der Vormagnetisierung experimentell dadurch feststellen, daß man einmal einen mit Dauermagneten versehenen Hörer auf ein empfindliches Mikrophon wirken läßt, das über einen geeigneten Verstärker mit einem Oszillographen verbunden ist; das andere Mal wird an dasselbe Mikrophon ein nichtpolarisierter Hörer angelegt. Beide Hörer werden jedesmal von einem Tongenerator in gleicher Frequenz erregt, Abb. 2.

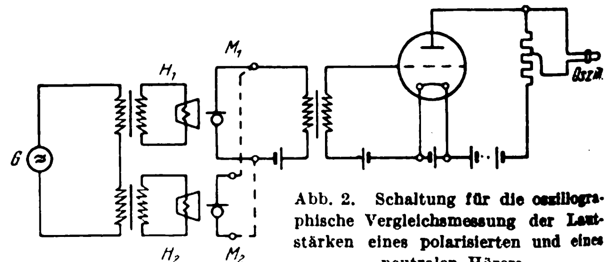


Abb. 2. Schaltung für die oszillographische Vergleichsmessung der Lautstärken eines polarisierten und eines neutralen Hörers.

Aus dem Vergleich der Amplituden der 2 vom Oszillographen aufgezeichneten Kurven wird man ohne weiteres die Größe der Lautstärkesteigerung durch den Dauermagneten erkennen.

Die Genauigkeit dieser Methode hängt ab:

1. von der Konstanz der EMK des Tongenerators während der beiden Kurvenaufzeichnungen,
2. von der sonstigen Gleichheit des polarisierten und neutralen Hörers in elektrischer und mechanischer Hinsicht,
3. von der Gleichheit der akustischen Kopplung des Hörers mit dem Mikrophon in den 2 Fällen,
4. von der Konstanz des Mikrophonruhestromes und des Verstärkers,
5. von der Empfindlichkeit des Mikrophons selbst.

Der Verstärker muß so gebaut sein, daß er in einem ziemlich großen Bereich ohne Amplitudenverzerrung linear verstärkt.

Stehen jedoch die für diese Messungen benötigten Apparate nicht zur Verfügung, so kann man auch rechnerisch einen guten Überblick über die Ursache und das Maß der Lautstärkezunahme bei Verwendung einer Vormagnetisierung gewinnen.

Man benutzt zu diesem Zweck eine der in der allgemeinen Telephontheorie abgeleiteten Formeln, mit deren Hilfe man mit ziemlicher Exaktheit den elektrisch-mechanischen Wirkungsgrad eines elektromagnetischen Telephons für verschiedene Fälle errechnen kann. Der elektrisch-mechanische Wirkungsgrad gestattet weitgehende Schlüsse auf den elektrisch-akustischen Wirkungsgrad, der sich nicht so einfach mathematisch darstellen läßt.

Vor der vergleichsweisen Durchrechnung der Wirkungsgrade mit verschiedenen Vormagnetisierungen möchte ich aber noch ein Beispiel anführen, wie man sich den Einfluß der Vormagnetisierung auf die Lautstärkesteigerung anschaulich vorstellen kann, wobei natürlich nicht der Maßstab wissenschaftlicher Genauigkeit angelegt werden darf.

Wir setzen voraus, die Amplituden der Membranbewegung seien ein Maß für die Lautstärke des Telephons und die maximale Membranamplitude entspräche direkt der maximalen Kraft, die von dem Elektromagneten auf die Membran ausgeübt wird.

Die Kraft, die auf die Membran wirkt, ist gegeben durch die Gleichung

$$K = \frac{I\,\Phi^2}{8\,\pi\,Q}. \tag{4}$$

Der Zusammenhang zwischen dem Fluß Φ und der ihn hervorrufenden magnetischen Feldstärke ergibt sich aus den bekannten Beziehungen:

$$\Phi = B\,Q \tag{3}$$

$$B = \mu\,H, \tag{17}$$

wobei B Betrag der magnetischen Induktion,
H Betrag der magnetischen Feldstärke,
μ Permeabilitätskoeffizient (Materialeigenschaft!)

bedeuten. Ist keine Vormagnetisierung vorhanden, so besteht das magnetische Feld $\mathfrak{H}$ aus einem reinen Wechselfeld $\mathfrak{H}_w$ des in der Magnetwicklung wirksamen Wechselstromes, während bei dem Hörer mit Dauermagnet das Feld $\mathfrak{H}$ aus dem Wechselfeld $\mathfrak{H}_w$ und dem Dauerfeld $\mathfrak{H}_p$ des permanenten Magneten besteht. Die Kraft K, die dem Quadrat der Feldstärke $\mathfrak{H}$ proportional ist, wird im ersten Falle bei weitem geringer sein als im zweiten Falle. Dazu ein Zahlenbeispiel mit willkürlich angenommenen Zahlen, der Einfachheit wegen ohne Dimensionsangabe. Der der Feldstärke $\mathfrak{H}_w$ entsprechende Fluß Φ_w sei maximal ± 100; der $\mathfrak{H}_p$ entsprechende $\Phi_p = 200$. Setzt man ferner den Querschnitt $Q = 1$, so erhält man im ersten Falle (ohne magnetische Vorspannung) als größte Zugkraft $K_{1\max} = \frac{100^2}{8\,\pi} \approx 400$; die kleinste ist infolge $\Phi = 0$ auch $K_{1\min} = 0$. Also würde die maximale Amplitude der Membranschwingung im ersten Falle = 400 sein. Im zweiten Falle wird sein: $K_{2\max} = \frac{(100+200)^2}{8\,\pi} \approx 3600$ und die kleinste Amplitude: $K_{2\min} = \frac{100^2}{8\,\pi} \approx 400$. Die maximale Amplitude der Membranschwingung des polarisierten Hörers wird also in unserem Beispiel 3600 — 400 = 3200 sein. Demgemäß müßte das Verhältnis der Schwingungsamplituden in den beiden Fällen (vorspannungsloser zu polarisiertem Hörer) 400 : 3200 = 1 : 8 sein.

Nun soll noch versucht werden, mit Hilfe der erwähnten Wirkungsgradformel einen genaueren Vergleich auszuführen. Der mechanisch-elektrische Wirkungsgrad eines zweipoligen elektromagnetischen Hörers beträgt nach H. Lichte[2]:

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{2\,R\,R_e}{R_e^2 + \omega^2 L^2} + \frac{r\,(R + R_e)\,(2\,\pi\,N)^2\,\omega^2}{B_0^2\,(R_e^2 + \omega^2 L^2)} + \frac{B_0^2\,R}{r\,(2\,\pi\,N)^2\,\omega^2}}. \tag{18}$$

Aus dem gleichen Aufsatz entnehme ich die Daten, die an einem Hörer gewöhnlicher Konstruktion bei $\omega = 5000$ Hz gemessen wurden:

Kupferwiderstand der Wicklung	R	$= 60\ \Omega$
Eisenwiderstand	R_e	$= 60\ \Omega$
Selbstinduktion	L	$= 0{,}04$ H
Windungszahl der Wicklung	N	$= 1300$
Eisenquerschnitt	Q	$= 0{,}25\ \text{cm}^2$
Länge des Kraftlinienweges	l	$= 6{,}3 \cdot 10^{-2}$ cm
mechanischer Bewegungswiderstand[3]	r	$= 400 \cdot 10^{-9}\ \Omega$.

Die vom Dauermagneten herrührende magnetische Induktion sei B_0 und der entsprechende magnetische Fluß $\Phi_0 = B_0\,Q$. Der maximale Wirkungsgrad dieses Hörers beträgt 50,5 % bei einem permanenten Fluß von $\Phi_0 = 533$ Maxwell.

Für verschiedene Werte von Φ_0 ergeben sich durch Einsetzen der angeführten Werte in die obige Gleichung folgende Wirkungsgrade:

Für $\Phi_0 = 450$	Mw.	: $\eta = 49$ %
$\Phi_0 = 400$	„	: $\eta = 47{,}2$ %
$\Phi_0 = 300$	„	: $\eta = 38{,}7$ %
$\Phi_0 = 200$	„	: $\eta = 24{,}2$ %
$\Phi_0 = 100$	„	: $\eta = 8$ %
$\Phi_0 = 50$	„	: $\eta = 2{,}1$ %
$\Phi_0 = 10$	„	: $\eta = 0{,}08$ %

Trägt man die so errechneten Werte in einem Koordinatensystem auf, so erhält man die Kurve der Abb. 3.

Bei der Formel für den Wirkungsgrad und demgemäß auch bei der damit gewonnenen Kurve (Abb. 3) ist zu beachten, daß nur die Kraft K_2 unserer im ersten Abschnitt abgeleiteten Formel (13) berücksichtigt worden ist, wie es den meisten, in der Praxis vorkommenden Fällen entspricht. Daher wird auch der Wirkungsgrad beim Fehlen einer Vormagnetisierung gleich Null. Das trifft jedoch — wie vorher gezeigt — nur für die Wiedergabe der gleichen Frequenz zu, während der Gesamtwirkungsgrad unter Berücksichtigung der in Gl. (13) mit K_3 bezeichneten Kraft in diesem Falle nicht gleich Null ist. Die Membran wird von dieser Kraft jedoch — wie bereits erwähnt — nicht in der ursprünglichen, sondern in der doppelten Frequenz erregt.

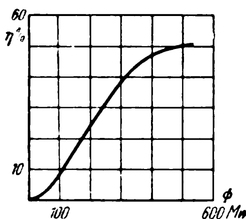


Abb. 3. Wirkungsgradkurve eines elektromagnetischen Hörers in Abhängigkeit von der Vormagnetisierung (nach errechneten Werten).

Geschichtlich ist zu erwähnen, daß der Dauermagnet bereits in dem ersten, zu praktischer Bedeutung gelangten Telephon von Bell verwendet wurde, allerdings zunächst aus anderen Gründen wie bei unserem heutigen Fernhörer. Bell benutzte bekanntlich zum Geben und Empfangen die gleiche Apparatur. Im Geber bewirkten die auf die Membran treffenden Schallwellen entsprechende Veränderungen des magnetischen Widerstandes zwischen den beiden Polen des Dauermagneten; dadurch wurden in der auf dem Dauermagnet angebrachten Wicklung den Schallwellen entsprechende Wechselspannungen induziert. Wäre hier der Dauermagnet nicht vorhanden, so würden auch keine Induktionswirkungen auftreten. Nach der Erfindung des Kohlemikrophons (Hughes, Edison) übernahm man die Bellsche Apparatur als Hörer, da man wohl bald den günstigen Einfluß des Dauermagneten auf die Lautstärke erkannte, obwohl man sich mit einer genaueren Erklärung dieses Einflusses nicht befaßte.

[2] H. Lichte, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 3, S. 189 (1926).

[3] Beim Einsetzen in die Gleichung muß man natürlich alle Dimensionen in dem gleichen Maßsystem angeben. Wie auch eine Rückfrage bei Dr. Lichte ergab, ist der im Aufsatz für r angegebene Wert von 400 in abs. Einheiten zu verstehen. Benutzt man das praktische Maßsystem und gibt die Widerstände in Ohm an, so muß man hier setzen: $r = 400 \cdot 10^{-9}\ \Omega$.

Das Stubachwerk I.

Von Ministerialrat Dr. techn. **Artur Hruschka**, Wien.

Übersicht. Von den 5 ständig parallel laufenden Kraftwerken der Österr. Bundesbahnen ist das 1929 eröffnete Stubachwerk I das wichtigste im östlichen Teile des Wechselstrom-Bahnnetzes. Es wird eine kurze Beschreibung dieses mit der Wasserfassung im Hochgebirge auf 2000 m Höhe (rd. 520 m Gefälle) gelegenen Hochdruck-Speicher- und -Spitzenkraftwerkes gegeben, die insbesondere die einfache Gliederung und die sparsame Bemessung erkennen läßt.

Seit dem 11. III. 1930 ist der ganze westliche Netzteil der Österreichischen Bundesbahnen, das ist die Linie Salzburg—Buchs mit den Abzweigungen Wörgl—Kufstein, Innsbruck—Brenner und Feldkirch—Bregenz, in rein elektrischem Betrieb. Der westlich von Innsbruck liegende Teil wird vom Spullerseewerk und Ruetzwerk[1], die sich gegenseitig als Laufwerk und Spitzenwerk ergänzen, gespeist. In ähnlicher Weise finden wir im östlichen Teil eine zweite Kraftwerksgruppe tätig: das Stubachwerk I[2] und das Mallnitzwerk, ersteres vorwiegend Spitzenwerk mit Speicherung, letzteres vorwiegend Laufwerk. Das zwischen beiden Gruppen gelegene Achenseewerk[3] arbeitet mit seinem Bahnteil je nach den Wasser- und Verkehrsverhältnissen parallel mit der einen oder anderen oder auch mit beiden Gruppen. Dieser Verbundbetrieb hat sich nach mehrjähriger Erfahrung bestens bewährt, wobei auch alle 5 Werke dauernd ohne die geringsten Schwierigkeiten parallel laufen.

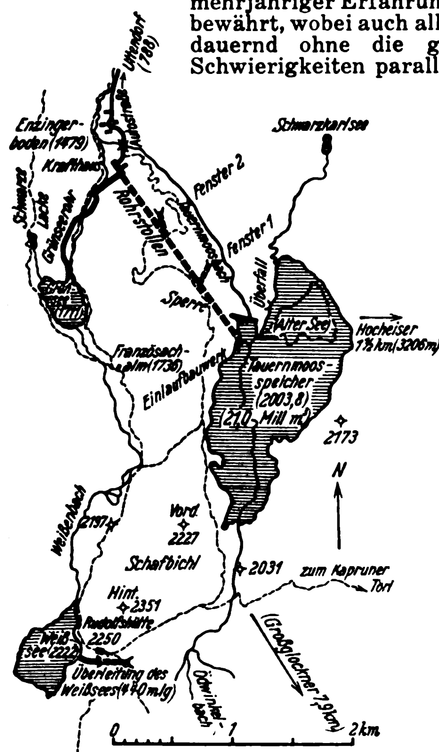


Abb. 1. Lageplan des Stubachwerks I.

Im Stubachtal (ausgehend von der Station Uttendorf nächst Zell am See nach Süden bis in die Nähe des Großglockner) haben die Österreichischen Bundesbahnen 4 Wasserkraftkonzessionen, u. zw. für 3 annähernd gleiche Stufen Stubach I, II, III hintereinander (mit den für Bahnbetrieb verwertbaren Arbeitsmengen von 43,6, 44,5, 25,2 Mill kWh jährlich) mit einem dem obersten Werk vorgelagerten Speicherbecken und eine Hilfstufe am Grünsee. Seit Februar 1929 steht nun das oberste Werk I zusammen mit der Hilfstufe in Dauerbetrieb. Letztere versorgt die Gleichstrom- und Drehstrom-Eigenbetriebe und liefert die Bauenergie für alle 3 Werke.

Das inmitten eines hochromantischen Naturschutzgebietes liegende Stubachwerk I zeichnet sich durch eine sehr einfache Gliederung und sparsame Bemessung der Oberwasserführung und der Schaltanlage aus. Wie Abb. 1 erkennen läßt, wurde durch eine verhältnismäßig kleine Schwergewichts-Sperrmauer von 28 000 m³ ein Stausee von 21 Mill m³ (19 Mill kWh Arbeitsvermögen) mit dem höchsten Spiegel auf 2003 m Seehöhe auf dem Tauernmoosboden geschaffen. Das Einzugsgebiet beträgt 23,4 km²; es liefert bei 512 ... 532 m Rohgefälle im Regeljahr 43,64, im außergewöhnlichen Trockenjahr 35,80 Mill kWh, wozu noch ungefähr 9 Mill kWh durch Einleitung des Weißsees hinzukommen können. Damit ist zur Deckung des im ganzen Jahr gleichbleibenden Bahnbedarfes (der Mehrverkehr im Sommer wird aufgewogen durch den Heizbedarf im Winter) eine mittlere Leistung von 5000 (6000) kW gesichert. Ein kurzer Druckstollen führt zu einem Entnahmeschacht, in welchem sich die Wasserführung gabelt. Die beiden

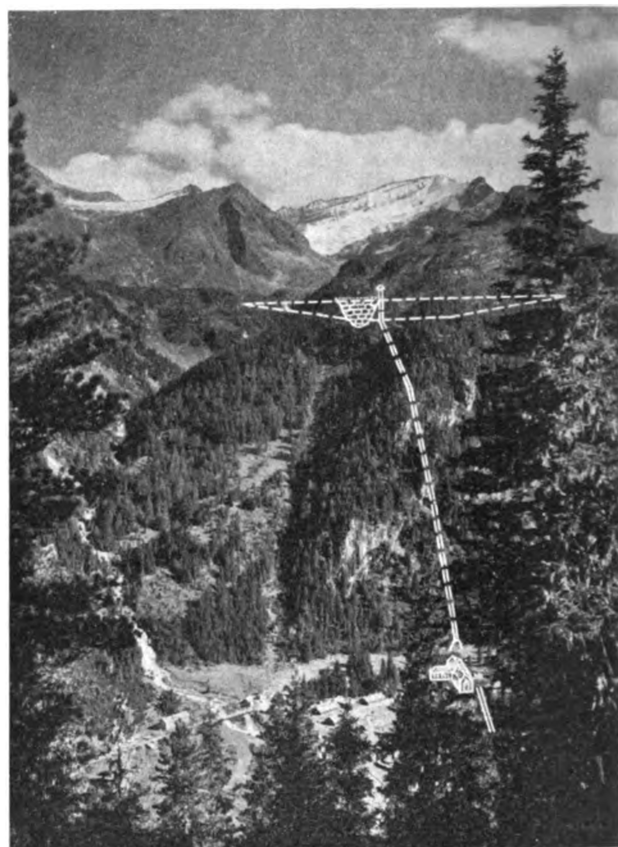


Abb. 2. Enzingerboden mit eingezeichnetem Krafthaus, darüber Rohrstollen und Tauernmoossee mit Sperre; links der Tauernmoosbach als Abfluß. Im Hintergrunde der Hocheiser (3206 m).

Rohre vereinigen sich dann und führen zu der Druckrohrleitung für 8 m³/s. Der untere Teil ist wassergasgeschweißt, der obere Teil genietet. Die Rohrleitung mußte wegen des Bergsturzgebietes unterirdisch verlegt werden, u. zw. in einem begehbaren Schrägstollen, der jederzeit den Zutritt zum Einlaufbauwerk gestattet. Der Stollen mündet auf dem Hochplateau des Enzingerbodens (1472 m), wo das Kraftwerk steht, wie dies Abb. 2 erkennen läßt.

Den von J. M. Voith, St. Pölten, gelieferten Turbinen sind Ringschieber vorgesetzt, die mittels Druckwassers und besonderer Rückführung derart gesteuert werden, daß sie eine dem Handantriebe oder dem steuernden Elektromotor nachschleichende Bewegung ausführen, also in jeder Zwischenstellung festgehalten werden können.

Die Turbinen sind Peltonräder von 1700 mm Strahlkreisdurchmesser, mit angeschraubten Stahlgußschaufeln und Doppelregelung mit Strahlablenker. Die Durchgehdrehzahl erreicht wegen der Spiegelschwankungen des Staubeckens 90 % der Nenndrehzahl. Der Wirkungsgrad beträgt bei 4000 und 8000 PS 88,9 bzw. 87,3 %, wobei es gelungen ist, der bei so hohen Werten zu befürchtenden Korrosion und Kavitation Herr zu werden. Abb. 3 zeigt eine Ansicht des Krafthauses und des im Winkel von 90° dazu liegenden Schalthauses. Die Generatoren sind für eine Grundleistung von 4000 kVA ($\cos \varphi = 0{,}7$) und eine anschließende Überlastung auf entweder 5500 oder 7500 kVA durch 30 bzw. 6 min, bei 6300 V und 16⅔ Hz, gebaut.

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 1421.
[2] Vgl. ETZ 1930, S. 169.
[3] Vgl. ETZ 1929, S. 748.

Die Nutenleiter bestehen aus Preßseil, die sehr breiten Blechplakate sind zwecks gleichmäßiger Druckverteilung durch radial nach außen eingetriebene und verschraubte Bronzekeile zusammengepreßt. Jeder Satz hat 3 Lager, davon 2 für den Generator, und enthält auch ein Schwungrad von 12 t.

Der Wirkungsgrad der Generatoren erreicht bei 4000 kVA seinen Höchstwert von 94,1 und 92,6 % bei $\cos \varphi = 1$ bzw. 0,8. Jeder Generator wiegt 116,7 t und speist je einen im Freien stehenden Umspanner der Mantelbauart mit außenliegender Ölkühlung. Die Oberspannung liegt zwischen 54,6 und 60,4 kV.



Abb. 3. Maschinenhaus (hinten), Schalthaus mit Freiluftumspannern, dazwischen Befehlshaus mit Warte. Rechts abgehende Leitungen.

Die von der Warte unmittelbar zugängliche Schalthalle enthält einen Sammelschienen-Doppelring, bei welchem die ganze Werksleistung normal über einen in Brücke geschalteten „Werkschalter" geht, damit bei Überstrom das ganze Werk abgeschaltet wird, ohne daß die Generatoren untereinander außer Tritt fallen. Die Ölschalter sind in seitlich offene Zellen hängend eingebaut und sind Zweikesselschalter mit Vielfachunterbrechung, für 400 MVA Abschalteleistung und Hubmagnetantrieb. Bemerkenswert ist die Spannungsregelung durch Thoma-Regler und die bei Überdrehzahl, Windungs- oder Gestellschluß oder Ansprechen des Buchholz-Schutzes der Umspanner selbsttätig eintretende Entregung über einen Schwingungswiderstand nach R ü d e n b e r g, wobei eine besondere Schaltung angewendet ist, da die Erregermaschine durch einen Verbund-Hilfserreger fremderregt ist.

Der erzeugte Bahnstrom wird über besondere Durchschalte- und Ausführungstrennmesser an 2 Übertragungsleitungsstränge abgegeben, die 17 km weit bis Uttendorf nebeneinanderlaufen und dann nach Westen (über Kitzbühel) und Osten (über Schwarzach-St. Veit) ins gemeinsame Netz speisen.

Die Nullpunkte der 55/60 kV-Leitungen sind im ganzen Netz der Österreichischen Bundesbahnen in allen Kraftwerken widerstandslos geerdet. Dies hat zu keinerlei Schwierigkeiten geführt. Die Zahl der jährlichen Erdkurzschlüsse ist außerordentlich gering (z. B. im Stubachwerk im Jahre 1930 gegen Westen und Osten 5 bzw. 9 Fälle). Angesichts der schwierigen Erdung im Stubachwerk (große und stark wechselnde Erdwiderstände) mußte eine umfangreiche Erdungsanlage verlegt werden. Kurzschlußströme bis zu schätzungsweise 8000 A wurden ohne Schwierigkeiten aufgenommen.

Die abgeschiedene und hohe Lage des Kraftwerkes erforderte den Bau einer Hochgebirgs-Kraftwagenstraße von Uttendorf aus von 17 km Länge und 700 m Höhenunterschied. Die Fernverständigung geschieht durch leitungsgerichtete Telephonie System Telefunken.

Das Kraftwerk enthält noch je 2 Drehstrom- und 2 Gleichstrom-Hilfsätze mit besonderen Turbinen. Eine davon wird vom Grünsee über eine eigene Druckrohrleitung von 400 mm l. W. bei einem Gefälle von 240 m und 1136 m Länge gespeist.

Die Wasserstands-Fernmeldung von beiden Speichern geschieht durch eine neuartige, von der Wiener Firma O. Ganser ausgebildete Vorrichtung, deren Geber eine Reihe von kommunizierenden Glasröhren besitzt, die Quecksilber und je einen eingelegten Meßdraht enthalten, die ihrerseits in das gemeinsame Quecksilbergefäß eintauchen. Auf diese Weise wird die zu messende Höhe ganz bedeutend vermindert und ein handlicher, leicht in der Apparatenkammer aufzustellender Apparat geschaffen. Der mit der Höhe veränderliche Widerstand der in Reihe geschalteten Meßdrähte wird dann unten im Krafthaus durch eine Wheatstonesche Brücke für 24 V gemessen, wobei man Spiegeländerungen bis zu 3 cm herab feststellen kann.

Der gesamte elektrische Teil des Kraftwerkes stammt von den Österr. Siemens-Schuckertwerken[4]. Trotz des rauhen Klimas und der abgeschiedenen Lage, die im Winter zeitweise zu völliger Absperrung führt, hat das Kraftwerk seit seiner Inbetriebnahme im Februar 1929 als eine der wichtigsten Stützen der Bundesbahnversorgung ohne Störung gearbeitet.

[4] Eingehende Beschreibungen des Kraftwerks durch den Verfasser siehe Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 49, S. 437 (1931) und Wasserkr. u. Wasserwirtsch. Bd. 26, S. 243 (1931).

Spannungsänderung und Wirkungsgrad bei Kraft-Fernübertragungen.

Von Dr.-Ing. R. Hintze, München.

Übersicht. Die Arbeit ist ein Nachtrag zu dem Aufsatz des Verfassers „Beitrag zur praktischen Leitungsberechnung" in der ETZ 1932, S. 53, und behandelt eine Kraftübertragung e i n s c h l. der Transformatoren am Anfang und Ende der Hoch- oder Höchstspannungsleitung sowohl für den Fall der Querkompensation allein als auch für den Fall der Quer- plus Längskompensation dieser zu einem Ganzen zusammengefaßten Anordnung. Es wird gezeigt, daß die dort angegebenen Kurventafeln bei Einzeichnung der Linien (Ellipsen) konstanten Wirkungsgrades in das O s s a n n a - Diagramm der Spannungsänderung für die querkompensierte Anordnung ohne weiteres verwendet werden können. Das Spannungsdiagramm für die quer- und längskompensierte (nivellierte) Leitung einschl. Transformatoren wird gebracht und nachgewiesen, daß ein konstanter Wirkungsgrad hier ebenfalls nach einer Ellipse verläuft, deren Achsen sehr einfach errechnet werden können und deren Einzeichnung in das Spannungsdiagramm besonders leicht ist, weil die eine Achse auf der Geraden des sekundären Wirkleistungsverhältnisses liegt. Die zur Quer- bzw. Längskompensation erforderliche Größe der Leitwerte G_q bzw. G_l wird angegeben, ebenso die Leistung des Längskompensationskreises für einen bestimmten Fall. Der Verlauf des Wirkungsgrades und der Spannung der querkompensierten und nivellierten Anordnung ist graphisch verglichen, die U m k e h r p u n k t e des Wirkungsgrades wurden für einen bestimmten Fall festgelegt.

I. Spannungsänderung.

Die zu untersuchende Anordnung ist durch Abb. 1 schematisch dargestellt. In dieser Abbildung bedeutet $\mathfrak{J}_z$ den mit der Spannung $\mathfrak{U}_1$ zugeführten Strom, $\mathfrak{J}_1$ und $\mathfrak{J}_2$ sind Primär- und Sekundärstrom des Transformators *Tr. I*, der mit der Hochspannung $\mathfrak{U}_2$ die Fernleitung *FL* speist; *Z* ist der Scheinwiderstand der Fernleitung und $\mathfrak{J}$ der Strom; Ableitung und Kapazität sind durch die Scheinleitwerte $G/2$ auf Anfang und Ende verteilt, was bis etwa 250 km Länge bekanntlich zulässig ist. Der Transformator *Tr. II* mit seinen Strömen $\mathfrak{J}_3$ und $\mathfrak{J}_4$ wird mit der Fernleitungsspannung $\mathfrak{U}_3$ gespeist und gibt die Sekundärspannung $\mathfrak{U}_4$ ab; *K* bedeutet den Kompensationskreis, der aus Reihentransformator und Kondensator besteht und an dessen Ende die Spannung $\mathfrak{U}_5$ herrscht; Z_e ist der Scheinwiderstand des ganzen Kompensationskreises und $\mathfrak{J}_5$ der abgegebene Strom. Auf den Unterspannungseiten der Transformatoren sind noch angebracht die Q u e r - Scheinleitwerte G_{q_1} und G_{q_4} sowie der L ä n g s - Leitwert G_l. Wählt man:

$$G_{q_1} = -\left(\frac{w_2}{w_1}\right)^2 \frac{G_2 + \frac{G}{2}(1+\sigma_2)}{1+\sigma_1+Z_{II}\frac{G}{2}} \text{ Siemens} \qquad (1)$$

$$G_{q_4} = -\left(\frac{w_3}{w_4}\right)^2 \frac{G_3 + \frac{G}{2}(1+\sigma_3)}{1+\sigma_4+Z_{III}\frac{G}{2}} \text{ Siemens,} \qquad (2)$$

wobei:

$w_1 \ldots w_4$ die Windungszahlen der Transformatoren *I* und *II* lt. Abb. 1,

$\sigma_1 \ldots \sigma_4$ die primären und sekundären Streufaktoren der Transformatoren *I* und *II*,

Z_{II} und Z_{III} der gesamte auf die durch den Index bezeichnete Wicklung bezogene Scheinwiderstand des betr. Transformators in Ohm,

G_2 und G_3 der Leitwert der durch den Index bezeichneten Transformatorwicklung in Siemens,

$$\left.\begin{aligned} G_2 &= \frac{\operatorname{tg}\mu + j}{k_{22}} \\ G_3 &= \frac{\operatorname{tg}\mu + j}{k_{33}} \end{aligned}\right\} \text{ bei Vernachlässigung der Eisenverluste: } \left\{\begin{aligned} G_2 &= \frac{j}{k_{22}}, \\ G_3 &= \frac{j}{k_{33}}, \end{aligned}\right.$$

k_{22}, k_{33} die Eigenreaktanzen der betr. Transformatorwicklungen in Ohm,

so lassen sich unter Anwendung der Gleichungen für den Transformator[1] und für die Hochspannungsleitung[2] folgende beiden Beziehungen für die Primärvektoren als Funktion der Sekundärvektoren entwickeln:

$$\mathfrak{U}_1 = \mathfrak{U}_5 \frac{w_3}{w_4} \cdot \frac{w_1}{w_2} (1 + \alpha_3) + \mathfrak{J}_5 \frac{w_3}{w_4} \cdot \frac{w_1}{w_2} Z'_{III} \tag{3}$$

$$\mathfrak{J}_z = \mathfrak{J}_5 \frac{w_4}{w_3} \cdot \frac{w_2}{w_1} \cdot \frac{1}{1 + \alpha_3}. \tag{4}$$

In diesen beiden Gleichungen bedeutet α_3 eine konstante komplexe Zahl ohne Dimension, während Z'_{III} einen konstanten Scheinwiderstand darstellt, u. zw. ist

$$1 + \alpha_3 = \frac{1 + \sigma_1 + Z_{II}\frac{G}{2}}{1 + \sigma_4 + Z_{III}\frac{G}{2}}$$

$$Z'_{III} = Z_c(1 + \alpha_3) + Z_{IV}\left(1 + \sigma_1 + Z_{II}\frac{G}{2}\right) + \left(\frac{w_4}{w_3}\right)^2 \left[Z_{II} + Z\left(1 + \sigma_1 + Z_{II}\frac{G}{2}\right)\right]\left(1 + \sigma_4 + Z_{III}\frac{G}{2}\right), \tag{5}$$

dabei ist $Z_{IV} = Z_{III}(w_4/w_3)^2$ und $Z = (r_l - j\,k_l)$ der Scheinwiderstand der Fernleitung.

Die Querleitwerte G_{q_1} und G_{q_4}, die beispielsweise durch Blindstrommaschinen erzeugt werden können, brauchen nicht, wie schematisch nach Abb. 1, außerhalb der Transformatoren an deren Unterspannungswicklung oder besonderer Tertiärwicklung angeschlossen zu sein, sondern sie können auch, wenn dafür kapazitive Leitwerte erforderlich sind, durch eine dritte Wicklung besonderer Ausführung gebildet werden, die auf dem Transformatorkern selbst untergebracht ist[3].

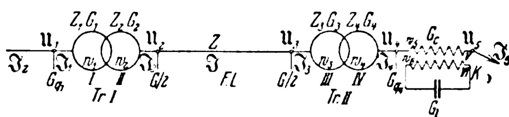


Abb. 1. Nivellierte Fernleitung mit Transformatoren.

Aus Gl. (3) läßt sich, wenn man darin $\mathfrak{J}_5 = 0$ setzt, die Beziehung entwickeln:

$$\mathfrak{U}_1 = \mathfrak{U}_{50} \frac{w_3}{w_4} \cdot \frac{w_1}{w_2} (1 + \alpha_3). \tag{6}$$

$\mathfrak{U}_{50}$ ist dann die Leerlaufspannung. Für zwei gleiche Transformatoren ist $1 + \alpha_3 = 1$. Aber auch für verschiedene Transformatoren bleibt α_3 gegenüber 1 nur verhältnismäßig klein, so daß $1 + \alpha_3$ immer nur eine kleine Korrektionsgröße in der Nähe der Einheit bleibt. Das heißt mit anderen Worten, daß, abgesehen von der Proportionalität der Ströme $\mathfrak{J}_z$ und $\mathfrak{J}_5$, die Leerlaufspannung $\mathfrak{U}_{50}$ sich nicht wesentlich unterscheidet von $\mathfrak{U}_1$ bei Transformatoren gleichen Übersetzungsverhältnisses ($w_3 : w_4 = w_2 : w_1$), daß also keine unerwünschten Spannungsanstiege bei Leerlauf zu befürchten sind. Dies Ergebnis ist die Wirkung der Querkompensation. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß nicht nur die Leitung, sondern auch die beiden Transformatoren von der Querkompensation erfaßt sind, wenn man die Querleitwerte wie vorangegeben rechnet.

Aus den Gl. (3) und (6) folgt:

$$\mathfrak{U}_{50} - \mathfrak{U}_5 = \mathfrak{J}_5 (r - j\,k), \tag{7}$$

wenn

$$r - j\,k = \frac{Z'_{III}}{1 + \alpha_3}. \tag{8}$$

Diese Beziehung ist außerordentlich wichtig, denn sie bildet bereits die Grundlage des Ossanna-Diagramms der Spannungsänderung ohne und mit Längskompensation.

Die Wirkung der Längskompensation durch die Kompensationsanordnung K der Abb. 1 drückt sich in Gl. (7) durch das Glied mit Z_c als Faktor aus.

Für Z_c läßt sich aus den Konstanten des gewählten Kompensationskreises folgender Ausdruck entwickeln:

$$Z_c = \left(\frac{w_5}{w_6}\right)^2 \frac{1 + \sigma_5 + Z_{VI}\,G_l}{G_6 + G_l(1 + \sigma_6)} \text{ Ohm}, \tag{9}$$

wobei (vgl. Abb. 1):

w_5, w_6 die primäre bzw. sekundäre Windungszahl des Reihentransformators,

σ_5, σ_6 der primäre bzw. sekundäre Streukoeffizient des Reihentransformators,

Z_{VI} der gesamte auf Wicklung VI (Sekundärwicklung des Reihentransformators) bezogene Scheinwiderstand in Ohm,

G_6 der Leitwert der Wicklung VI in Siemens,

G_l der Kondensatorleitwert

ist.

Hiermit ergibt sich für eine Spannungsänderung gleich Null, also für den anzustrebenden Idealfall, der Längsleitwert G_l zu:

$$G_l = -\left(\frac{w_5}{w_6}\right)^2 \frac{1 + \sigma_5 + G_5\left[Z_{IV} + \left(\frac{w_4}{w_3}\right)^2\left(Z + \frac{Z_{II}}{1 + \sigma_1 + Z_{II}\frac{G}{2}}\right)\left(1 + \sigma_4 + Z_{III}\frac{G}{2}\right)\right]\left(1 + \sigma_4 + Z_{III}\frac{G}{2}\right)}{Z_V + (1 + \sigma_6)\left[Z_{IV} + \left(\frac{w_4}{w_3}\right)^2\left(Z + \frac{Z_{II}}{1 + \sigma_1 + Z_{II}\frac{G}{2}}\right)\left(1 + \sigma_4 + Z_{III}\frac{G}{2}\right)\right]\left(1 + \sigma_4 + Z_{III}\frac{G}{2}\right)} \text{ Siemens}, \tag{10}$$

wobei

Z_V der gesamte auf Wicklung V bezogene Scheinwiderstand des Reihentransformators in Ohm und

$G_5 = \frac{\operatorname{tg}\mu + j}{k_{55}}$ der Leitwert der Wicklung V in Siemens ist (bei Vernachlässigung der Eisenverluste ist $G_5 = \frac{j}{k_{55}}$);

k_{55} ist die Eigenreaktanz der im Leitungszug liegenden Wicklung V des Reihentransformators in Ohm.

Der Bruch im Ausdruck (10) hat die Form $(G_w + j\,G_b)$; besteht nun der Längsleitwert nur aus reiner Kapazität von C Farad (Blindstrommaschine oder Kondensator), also aus dem Glied $-j\,\omega\,C$, so kann man lediglich die Beziehung (11) erfüllen:

$$\omega\,C = \left(\frac{w_5}{w_6}\right)^2 G_b. \tag{11}$$

Tut man dies, so wird in dem komplexen Ausdruck $\frac{Z'_{III}}{1 + \alpha_3}$ die Summe der imaginären Glieder gleich Null, und dadurch nimmt die Gl. (7) die einfache Gestalt an:

$$\mathfrak{U}_{50} - \mathfrak{U}_5 = \mathfrak{J}_5\,r, \tag{12}$$

wobei r die Summe der reellen Glieder des Ausdruckes $\frac{Z'_{III}}{1 + \alpha_3}$ ist.

Während Gl. (7) die sekundäre Spannungsänderung angibt ohne Längskompensation, wenn man das in $(r - j\,k)$ enthaltene Glied mit Z_c als Faktor gleich Null setzt (Ausschaltung des Längskompensationskreises durch Kurzschließen der im Leitungszug liegenden Wicklung des Reihentransformators), so stellt Gl. (12) das Gesetz der Spannungsänderung der längskompensierten Anordnung dar. In beiden

[1] Vgl. Ossanna, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 10, H. 3, S. 5 (1931).
[2] Nach einer einmaligen geschlossenen Vortragsreihe Ossannas 1921.
[3] Fischer, ETZ 1930, S. 1765.

Fällen aber ist die Wirkung der Querkompensation berücksichtigt.

Durch die Gl. (12) ist also das Gesetz der Spannungsänderung für die nivellierte Anordnung ausgedrückt.

Durch Vergleich von (7) und (12) erkennt man, daß die Längskompensation die spannungserniedrigende Wirkung der Blindwiderstände der gesamten Anordnung, also der Leitung, des Anfangs- und Endtransformators und des Reihentransformators aufhebt und dadurch im Verein mit der Querkompensation gleichsam einen Zustand der Gleichstromübertragung herbeiführt.

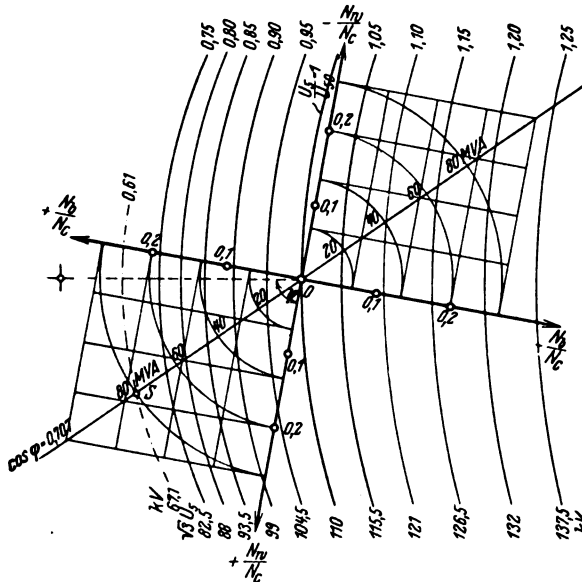


Abb. 2. Spannungsdiagramm ohne Längskompensation, $\psi = 80{,}40°$.

Zu einem etwas übersichtlicheren Ausdruck für die Kondensatorgröße gelangt man, wenn man in Gl. (10) die Streufaktoren und die Glieder mit $G/2$ als Faktor gegenüber 1 vernachlässigt und ferner die Eisenverluste des Reihentransformators gleich Null setzt.

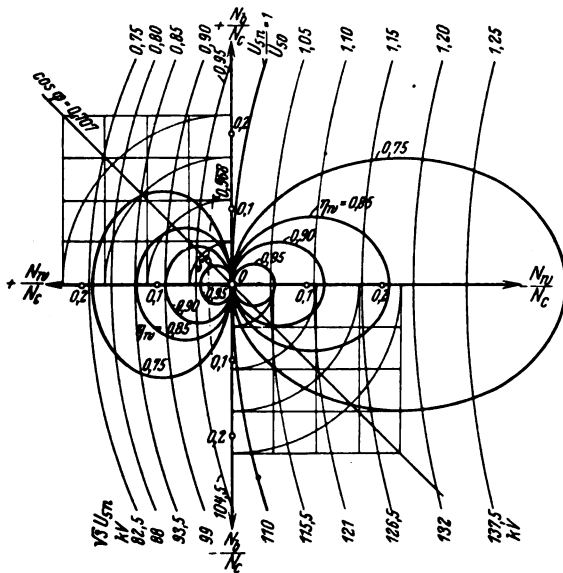


Abb. 3. Spannungsdiagramm mit Längskompensation, $\psi = 0$.

Für den Entwurf der Spannungsdiagramme sei auf die vorhandene Literatur[4] verwiesen; in Abb. 2 ist das Diagramm ohne und in Abb. 3 das Diagramm mit Längskompensation gezeichnet.

Die für die Diagrammkonstruktion wichtige Bezugsgröße ist die „charakteristische Leistung" N_c der Anordnung, die sich aus (7) bzw. (12) ergibt, wenn man $\mathfrak{U}_5 = 0$ setzt und mit $\mathfrak{J}_{5c}$ den gedachten Kurzschlußstrom ohne, mit $\mathfrak{J}_{5cn}$ diesen Strom mit Längskompensation bezeichnet:

$$\mathfrak{U}_{50} = \mathfrak{J}_{5c}\sqrt{r^2 + k^2} \tag{14}$$

bzw.

$$\mathfrak{U}_{50} = \mathfrak{J}_{5cn}\, r\,. \tag{15}$$

Aus Gl. (14) ergibt sich die charakteristische Leistung mit Querkompensation zu:

$$N_c = \mathfrak{U}_{50}\,\mathfrak{J}_{5c} = \frac{\mathfrak{U}_{50}^2}{\sqrt{r^2 + k^2}}\,, \tag{16}$$

aus Gl. (15) die charakteristische Leistung der quer- und längskompensierten Anordnung zu:

$$N_{cn} = \frac{\mathfrak{U}_{50}^2}{r} = \frac{N_c}{\cos\psi}\,, \tag{17}$$

wobei $\mathfrak{U}_{50}$ durch Gl. (6) und ψ durch $\operatorname{tg}\psi = k/r$ gegeben ist.

Es sei z. B.:

$$N_c = 100 \text{ MVA je Phase,}$$

dann wird

$$N_{cn} = 600 \text{ MVA je Phase,}$$

also 6mal größer[5]! (Annahme: rd. 580 km Kupfer-Hohlseil von 42 mm Dmr., $\mathfrak{U}_{50} = \frac{110}{\sqrt{3}}$, zwei gleiche Transformatoren 110/220 bzw. 220/110 kV.)

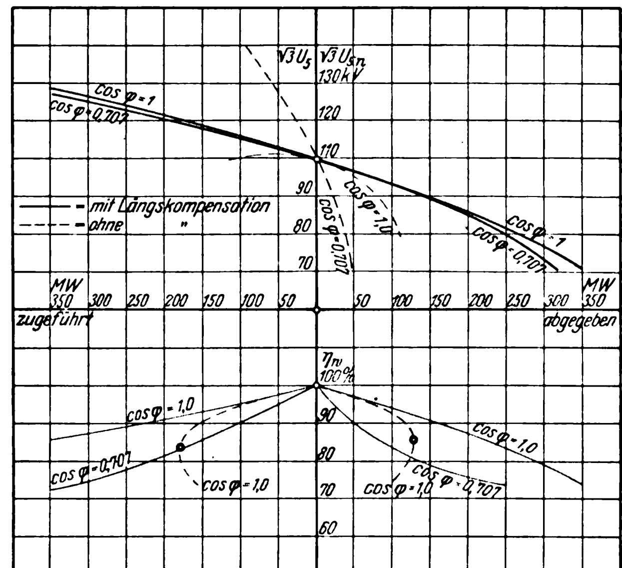


Abb. 4. Arbeitsdiagramm aus Abb. 2 und 3. Spannung und Wirkungsgrad, abhängig von der sekundären Wirkleistung.

Mit diesen Angaben lassen sich die Spannungsdiagramme der Abb. 2 und 3 zeichnen; es ist darin N_w/N_c das sekundäre Wirkleistungsverhältnis und N_b/N_c das sekundäre Blindleistungsverhältnis.

Die Abb. 4 zeigt ein Arbeitsdiagramm, in dem abhängig von der sekundären Wirklast der Verlauf der Spannung $\mathfrak{U}_5$ ohne und $\mathfrak{U}_{5n}$ mit Längskompensation aufgetragen ist, u. zw. für den Leistungsfaktor 1,0 und 0,707. Da der gesamte Spannungsabfall sich aus Wirkstrom mal Wirkwiderstand plus Blindstrom mal Blindwiderstand im wesentlichen zusammensetzt und im vorliegenden Fall der Blindwiderstand bedeutend überwiegt, ist der Einfluß der Längskompensation durch Aufhebung dieses Blindwiderstandes außerordentlich stark; bei $\cos\varphi = 0$ ist die Spannungsänderung infolge der Längskompensation fast vernachlässigbar, was die Abb. 3 deutlich erkennen läßt. Der Einfluß der Querkompensation macht sich dadurch bemerkbar, daß die Leerlaufspannung $\mathfrak{U}_{50}$ am Ende, die ja durch Gl. (6) gegeben ist, gleich der Anfangspannung $\mathfrak{U}_1$ ist (denn $w_1 : w_2 = w_4 : w_3$ und gleiche Transformatoren).

Es sei an dieser Stelle eine Bemerkung über die vom Längskompensationskreis aufzubringende Leistung gemacht, soll eine bestimmte Sekundärlast ohne Überlastung dieses Kreises abgegeben werden.

Wenn z. B. 56,6 MW mit $\cos\varphi = 0{,}707$ längskompensiert abgegeben werden sollen, so stellt sich dabei lt. Abb. 4

[4] Ossanna, Fernübertragungsmöglichkeiten großer Energiemengen, ETZ 1922, S. 1025 u. 1061. — Ossanna, Neue Arbeitsdiagramme über die Spannungsänderung in Wechselstromnetzen, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 44, S. 113. — Schwaiger, Hochspannungsleitungen III. Teil. Verl. Oldenbourg 1931. — Hintze, Beitrag zur praktischen Leitungsberechnung, ETZ 1932, S. 53.

[5] Dieses starke Anwachsen der charakteristischen Leistung (Kurzschlußleistung) zufolge der Längskompensation ist sehr unerwünscht! Es läßt sich ermäßigen durch Verwendung von Synchronmaschinen statt Kondensatoren, die so bemessen sind, daß von einem bestimmten Stromwert ab Sättigung eintritt und weitere Kompensationswirkung möglichst vermieden wird.

ohne Längskompensation eine Spannung von 67,1 kV, mit Kompensation dagegen eine Spannung von 106,5 kV ein. Durch die im Leitungszug liegende Wicklung des Reihentransformators fließen also 433 A/Phase. Die Zusatzspannung $\Delta \mathfrak{U}$ des Kompensationskreises läßt sich aus dem Vektordiagramm der Abb. 5 finden, in das die Belastungspunkte S ohne und S' mit Kompensation übertragen und durch Einzeichnung der zugehörigen Spannungsverhältniskreise K und K' die Endpunkte der Vektoren $\mathfrak{U}_5$ ohne und $\mathfrak{U}_{5n}$ mit Kompensation gefunden wurden. Die Verbindungslinie dieser beiden Endpunkte ergibt $\Delta \mathfrak{U}$, hier zu 26,5 kV/Phase abgemessen. Damit ist die Leistung des Längskompensationskreises zu 11,5 MVA je Phase gefunden. Wollte man bei der gleichen Sekundärlast ohne Längskompensation eine Spannung von 106,5 kV erzielen durch Parallelschalten eines Blindstromgenerators, so müßte dieser rd. die doppelte MVA-Leistung abgeben, wie aus Abb. 2 sofort ablesbar ist.

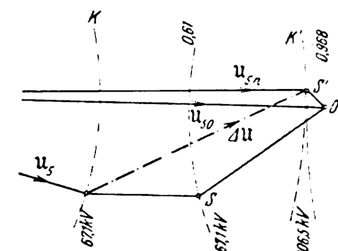


Abb. 5. Vektordiagramm zur Bestimmung der Zusatzspannung $\Delta \mathfrak{U}$ des Längskompensationskreises.

II. Wirkungsgrad.

Es läßt sich leicht nachweisen, daß für eine querkompensierte Anordnung dieselben Formeln und Vektordiagramme bzw. geometrischen Figuren mit den durch das charakteristische Dreieck bestimmten Leistungsverhältnissen $\frac{N_1}{N_c}$, $\frac{N_2}{N_c}$ und $\left(\frac{N_1}{N_c}\right)^2$ aufgestellt werden können, die der Verfasser in der ETZ 1932, S. 53, bereits entwickelt hat, wenn man unter $\frac{N_1}{N_c}$ das primäre Scheinleistungsverhältnis $\frac{\mathfrak{U}_1 \mathfrak{J}_z}{N_c}$ und unter $\frac{N_2}{N_c}$ das sekundäre Scheinleistungsverhältnis $\frac{\mathfrak{U}_5 \mathfrak{J}_5}{N_c}$ versteht, und wenn die charakteristische Leistung der Anordnung durch $\frac{\mathfrak{U}_{50}^2}{\sqrt{r^2 + k^2}}$ berechnet wird. Dort wie hier erhält man für einen konstanten Wirkungsgrad eine Ellipse, deren Bestimmungsstücke nur von dem Winkel ψ abhängig sind, und ψ ist durch tg ψ bekannt. Damit ist diese Aufgabe bereits gelöst, denn der Verfasser hat dort alle Bestimmungsstücke der Ellipsen für gewisse konstante Wirkungsgrade abhängig von ψ aufgetragen, die ohne weiteres auch hier verwendet werden können.

Die Wirkungsgradkurven einer querkompensierten Leitung allein oder mit Transformatoren bieten also nichts Neues; sie wurden deshalb in Abb. 2 nicht eingetragen, wohl aber der Verlauf des Wirkungsgrades bei $\cos \varphi = 1$ in Abb. 4, der leicht aus den Gl. (15) und (17) der vorerwähnten Arbeit gerechnet werden kann, wenn darin $x = 0$ gesetzt wird. Ferner wurden die Umkehrpunkte der Wirkungsgradlinie (ohne Längskompensation) festgelegt sowohl für motorische als auch für generatorische Belastung mit $\cos \varphi = 1$.

Es sei hier auf Grund dieses Arbeitsdiagrammes vorweggenommen, daß ein und dieselbe Leitung durch Anordnung einer Längskompensation um ein Bedeutendes an Übertragungsfähigkeit, Arbeitsfähigkeit, gewinnt, wenn man Spannungsänderung und Wirkungsgrad betrachtet; je größer der Blindwiderstand, desto größer die durch die Längskompensation erzielbaren Vorteile. Das gilt auch für Niederspannungsleitungen in Ortsnetzen, wo durch richtige Einschaltung von Reihenkondensatoren, also von statischen, kaum eine Bedienung erfordernden kleinen Apparaten, sehr oft erhebliche und teuere Querschnittsverstärkungen vermieden werden können.

Für die quer- u n d längskompensierte Leitung gelten natürlich die eben angezogenen Entwicklungen geradeso, nur ist überall $\psi = 0$ zu setzen. Die Kurven konstanten Wirkungsgrades bei der nivellierten Anordnung sind also nur abhängig von dem gewählten Wert des Wirkungsgrades η_w, nicht auch von ψ; sie sind also für alle Leitungen dieselben und können daher mit der Kreisschar der Spannungsverhältniskreise zusammen vervielfältigt werden.

Mit $\psi = 0$ ergibt sich für konstante Werte von η_w die Scheitelgleichung einer Ellipse, deren eine Achse auf der N_w/N_c-Geraden liegt. Für a b g e g e b e n e sekundäre Wirkleistung ist die Größe der auf der N_w/N_c-Geraden liegenden Ellipsen-Halbachse gegeben durch:

$$\frac{1-\eta_w}{2} \cdot \eta_w , \qquad (18)$$

während die andere zur N_b/N_c-Geraden parallele Ellipsen-Halbachse die Größe hat:

$$\frac{1-\eta_w}{2} . \qquad (19)$$

Beide Achsen unterscheiden sich in ihrer Größe also nur durch den Faktor η_w.

Für z u g e f ü h r t e sekundäre Wirkleistung ist die Größe der Ellipsen-Halbachse auf der N_w/N_c-Geraden geben durch:

$$\frac{1-\eta_w}{2\,\eta_w^2} \qquad (20)$$

und die Größe der anderen Halbachse durch:

$$\frac{1-\eta_w}{2\,\eta_w} . \qquad (21)$$

Diese beiden Achsen unterscheiden sich also durch den Faktor $1/\eta_w$.

Nach diesen Angaben sind einige Wirkungsgrad-Ellipsen in das Diagramm Abb. 3 eingezeichnet und daraus der Verlauf des Wirkungsgrades im Arbeitsdiagramm Abb. 4 entwickelt. Die Einzeichnung der Wirkungsgrad-Ellipsen in das Spannungsdiagramm ist, wie man sieht, für die nivellierte Anordnung besonders einfach.

Die vorstehenden Überlegungen beziehen sich auf den W i r k - Wirkungsgrad; der B l i n d - Wirkungsgrad einer nivellierten Anordnung beträgt 100 %, wenn man von der „E r r e g e r l e i s t u n g", die ihr Maß in den Querleitwerten G_{q_1} und G_{q_4} findet, absieht. Bei Wahl von G_{q_1} und G_{q_4} nach Gl. (1) und (2) kann man die Anordnung als „richtig erregt" bezeichnen[5].

III. Schlußwort.

Auf die angegebene Art und Weise lassen sich ohne große Zeichenarbeit Spannungsänderung und Wirkungsgrad der querkompensierten und nivellierten Anordnung darstellen, wenn man die Schar der Spannungsverhältniskreise besitzt.

Ist die Leitung länger als 200 ... 250 km, so daß man den Ableitungs- und Kapazitätsleitwert G der gesamten Leitung nicht mehr je zur Hälfte auf Anfang und Ende konzentriert anbringen kann, so muß man, um genaue Ergebnisse zu erhalten, an Stelle von $G/2$ einen Ersatzleitwert G_e anbringen (O s s a n n a 1921), der gegeben ist durch

$$G_e = \frac{G}{1 + m - j\,n} .$$

Dabei ist:

$$m = \operatorname{Cof} \alpha x \cos \beta x ,$$

$$n = \operatorname{Sin} \alpha x \sin \beta x ,$$

$$x = \text{Leitungslänge in km},$$

$$\alpha - j\,\beta = \sqrt{Z_0 G_0} .$$

$Z_0 = (r_0 - j\,k_0)$ = Scheinwiderstand je km in Ohm,

$G_0 = (G_{w_0} - j\,G_{b_0})$ = Scheinleitwert je km in Siemens.

In S c h w a i g e r , Hochspannungsleitungen, sind gegen Schluß des dritten Teiles wertvolle Zahlentafeln angegeben, aus denen die nötigen Ersatzwerte ohne Rechnung entnommen werden können. —

Nach der vorliegenden Arbeit ist ein Rechnen mit komplexen Zahlen unerläßlich; wer davor mit Rücksicht auf den Zeitaufwand eine gewisse Scheu hat, dem sei die von O s s a n n a angegebene Rechenmethode empfohlen, die mit Hilfe von trigonometrischen Tafeln, die auch sec und cosec enthalten und auf der Dezimalteilung der Winkelgrade von 0,1 zu 0,1° aufgebaut sind, eine schnelle Verwandlung der komplexen Zahlen gestattet und dadurch große Zeitersparnis beim numerischen Ausrechnen komplexer Ausdrücke ermöglicht. Eine solche Tafel zur Verwandlung komplexer Zahlen findet sich im ersten Band, 1. Abschn. B VII, der „Starkstromtechnik" von R z i h a u. S e i d e n e r , 6. Auflage. Der Verfasser hat sich zur Vermeidung von Interpolationen diese Tafeln auf Winkelwerte von 0,05 zu 0,05° erweitert.

[5] Vgl. P i l o t y , Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 54 (1932).

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Zur Statistik der Elektrizitätswerke in der UdSSR. — Die Vergrößerung der Gesamtleistung der Überlandwerke in den Jahren 1926 bis 1932 ist aus Abb. 1 ersichtlich. Die Entwicklung der Erzeugung aller Elektrizitätswerke zeigt nachstehende Übersicht:

Jahr	von allen Elektrizitätswerken erzeugt Mrd kWh	Zuwachs %	von Überlandwerken erzeugt Mrd kWh	Zuwachs %
1928	5	20	2	29,5
1929	6,384	27,3	2,785	39,0
1930	8,231	28,5	4,380	57,2
1931	10,563	28,4	6,413	46,4

Die Elektrizitätswerke Moskaus (Moges) und Leningrads (Elektrotok) weisen folgende Ergebnisse auf:

Jahr	Moges			Elektrotok		
	erzeugt Mill kWh	Höchstleistung MW	Höchstleistung Benutzungsdauer h	erzeugt Mill kWh	Höchstleistung MW	Höchstleistung Benutzungsdauer h
1926	534	139	3850	298	75	3850
1927	681	172	3960	396	119	3820
1928	870	219	3960	544	142	3830
1929	1062	265	4000	689	158	4400
1930	1367	303	4550	951	207	4590
1931	1845	383	4800	1230	260	4750

Der prozentuale Anteil der verschiedenen Brennstoffe bzw. der Wasserkraft an der Erzeugung elektrischer Arbeit betrug:

	1926/27 %	1931 %
für Naphtha	34,5	13,5
„ Wasser	9,2	7,2
„ Kohle	26,5	19,8
„ Kohle mit großem Aschegehalt (Art Braunkohle)	4,1	21,6
„ Torf	21,5	33,8
„ Holz usw.	4,2	4,1

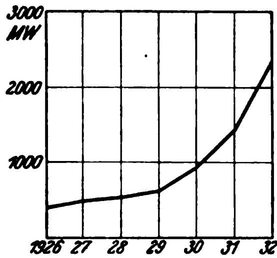


Abb. 1. Leistung der Überlandwerke in MW.

Die Verteilung der nutzbar abgegebenen Arbeit unter die einzelnen Verbraucher ist aus nachstehenden Zahlen zu ersehen:

Jahr	Industrie %	Beleuchtung %	Straßenbahn %	Eisenbahnen %	verschiedene %
1926	67,9	18,7	13,3	—	0,1
1927	66,7	18,1	13,3	—	1,9
1928	69,5	16.5	11,8	—	2,2
1929	75,2	12,9	9,0	—	2,9
1930	77,3	10,1	7,7	0,4	4,5
1931	79,0	9,5	6,9	0,5	4,1

Der spezifische Brennstoffverbrauch, bezogen auf 7000 kcal, stellte sich wie folgt:

Werte	1926/27	1927/28	1929	1930	1931
Moges	0,90	0,82	0,71	0,68	0,67
Elektrotok	1,04	0,98	0,88	0,87	0,77
im Mittel für Überlandzentralen	0,95	0,85	0,84	0,86	0,82

(Elektritscheskije stanzii [Elektr. Zentralen] 1932, S. 2 u. 4.) *T. S.*

Der Lago d'Iseo (Oberitalien) ein Staubecken. — Der Lago d'Iseo zwischen Bergamo und Brescia wird als Staubecken mit einer Wassermenge von 50 Mill m³ ausgenutzt. Im Sommer können damit 5000 ha Ackerboden bewässert und im Winter 5 Mill kWh erzeugt werden. Die Abdämmung in der Höhe von Sarnico besteht aus 4 großen Wehren von je 15,50 m Breite, einem Wehr von 9 m und 4 Wehren von je 4,15 m Breite. Die Betätigung erfolgt durch Öldruckantrieb, die Ölpumpen sind elektrisch angetrieben. Eine Schweröl-Hilfsgruppe tritt in Tätigkeit, wenn der Netzstrom fehlen sollte. *Rtz.*

Die Elektrizitätserzeugung aus Müll in Paris. Der Hausmüll in Paris wird in weitgehendem Maße für die Erzeugung von elektrischer Kraft verwertet. Im Pariser Bezirk gibt es 4 Werke, nämlich zu Issy-les-Moulineaux, Ivry, Romainville und Saint-Ouen, in denen der größere Teil des in Paris und Umgebung anfallenden Hausmülls in einer Gesamtmenge von 800 000 t/Jahr in elektrische Kraft umgesetzt wird. Der Heizwert des Hausmülls schwankt nach der Jahreszeit und ist im Jahresdurchschnitt 1860 kcal. Der Müll selbst wird morgens durch Lastwagen den verschiedenen Kraftwerken zugeführt, wo er zunächst durch Greiferkübel ausgeladen und auf breite Förderbänder, auf denen magnetische Ausscheider die Trennung der Metallteile vornehmen, gefördert wird, um von hier aus zu Mahlanlagen zu gelangen. Aus den Mahl- und Zerkleinerungsanlagen fällt der Müll selbsttätig in Förderwagen, die ihn zu den Öfen bringen. An der Öffnung der Öfen befindet sich eine Kippvorrichtung, vermittels der der Wageninhalt in den Ofen gekippt wird. Der Müll gelangt aber noch nicht unmittelbar in die Verbrennungskammer, sondern erst in eine Vorkammer, die als Trockner wirkt, um dann von selbst in die Verbrennungskammer zu gleiten und ohne einen anderen Brennstoff zu verbrennen. Auf dem Werk Issy-les-Moulineaux vermögen die 150 Verbrennungskammern 128 t Müll/h zu verbrennen, während die Kessel 234 t Dampf/h erzeugen. Aus dieser Dampfmenge werden von den Turbogeneratoren 47 350 kW gewonnen. (La Sciene et la Vie 1932, S. 34.) *Kp.*

Apparate.

Selbsttätige Synchronisierung nach den Patenten Sartori-Calzoni. — Die nach Patent Prof. Sartori und Ing. Calzoni von der Soc. An. Costruzioni Riva, Mailand, hergestellten Apparate verfolgen den Zweck, die Parallelschaltung von Drehstromgeneratoren selbsttätig auszuführen, deren Antrieb durch Maschinen erfolgt, die mittels Geschwindigkeitsregler kontrolliert werden.

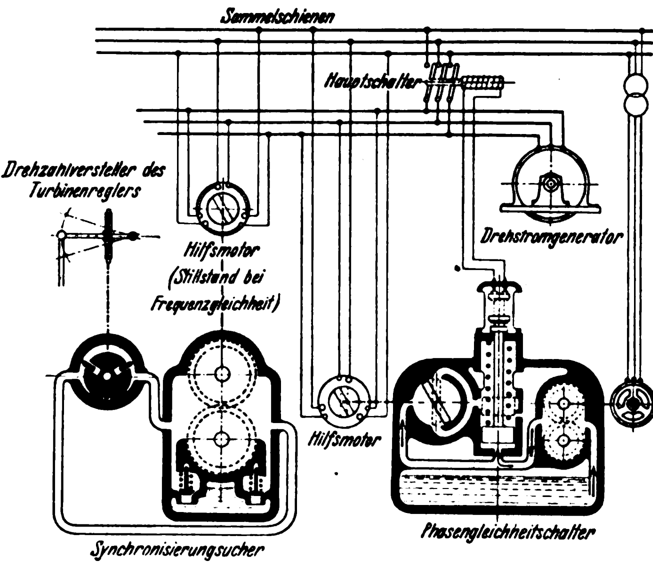


Abb. 2. Selbsttätige Parallelschaltvorrichtung nach Sartori-Calzoni.

Diese Apparate werden von der Firma Riva nicht nur für die in den eigenen Werkstätten hergestellten Maschinen, sondern auch für Wasserkraft- oder Dampfmaschinen jeder beliebigen andern Konstruktionsfirma geliefert.

Die Handregelung des Drehzahleinstellers der Turbine während der Schaltperiode wird im System Sartori-Calzoni durch den sog. Synchronisierungsucher (Abb. 2) ersetzt. Dieser Synchronisierungsucher besteht im wesentlichen aus einem kleinen Elektromotor (sog. Hilfsmotor). Der Stator dieses kleinen Hilfsmotors ist mit Drehstromwicklung versehen, deren Eintritts- bzw. Endklemmen an die Leitungen der parallel zu schaltenden Generatoren oder Sammelschienen angeschlossen sind, u. zw. derart, daß zwei Phasen der einen Leitung unterein-

ander vertauscht werden. Im Rotor entsteht somit ein Drehmoment, das um so größer ausfällt, desto größer der Frequenzunterschied der parallel zu schaltenden Leitungen ist. Der Rotor betätigt direkt eine Rotationspumpe, die nach der ihr erteilten Drehrichtung das aus einem

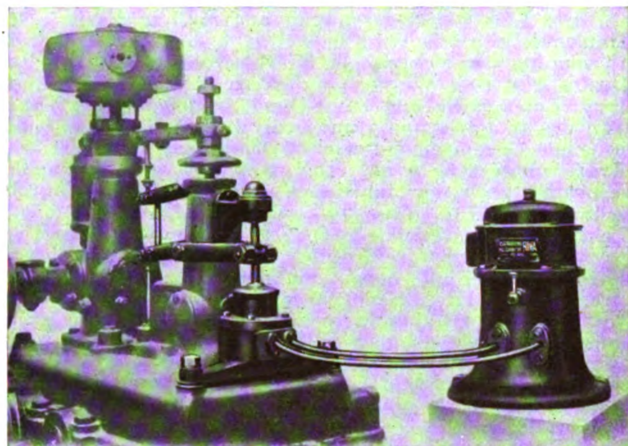


Abb. 3. Wasserturbinenregler mit dem Servomotor für die Parallelschaltvorrichtung.

Behälter angesaugte Öl in das eine oder in das andere Rohr eines Drehservomotors (Patent Calzoni) drückt. Dieser Servomotor betätigt den Drehzahlversteller des Reglers der Antriebsmaschine, und seine Drehung beeinflußt ihre Geschwindigkeit derart, daß ein Parallelschalten möglich ist. In Abb. 3 ist die Anbringung des vorerwähnten Servomotors an einen normalen selbsttätigen Wasserturbinenregler, Konstruktion Riva, dargestellt.

heit hervorruft, da der Kolben, sobald er in die Lage des Schaltens gelangt, selbsttätig den Auslauf des aus dem Sperrventil strömenden Öles unterbricht. Der Phasengleichheitschalter ist konstruktiv durch den in Abb. 4 abgebildeten Apparat dargestellt. Derselbe eignet sich auch, unabhängig von der Anwendung des Suchers, für sehr interessante Zwecke, weil er eine verläßliche Sicherheitsvorrichtung zur Vermeidung falscher Schaltungen bildet. Ferner ist er für die Parallelschaltung unter schwierigen Bedingungen geeignet, wie z. B. in Transformatorenstationen oder Schaltstationen, wo unter sich anzuschließende Netze und Linien vorhanden sind.

Bei erfolgter Parallelschaltung und während des Betriebes kann der Sucher verwendet werden, um den Maschinensatz nach Belieben zu belasten oder zu entlasten, da sein Hilfsmotor auch wie ein normaler elektrischer Kleinmotor mit wechselbarer Drehrichtung verwendbar ist, mit welchen man auf den selbsttätigen Regler einwirkt, u. zw. in gleicher Weise wie man von Hand aus durch Einwirkung auf den Hilfsmotor oder auf die Reglerfelder vorgeht.

Während der Synchronisierungsucher auf den Regler der Antriebsmaschine einwirkt, und daher jede Maschinengruppe einen Sucher benötigt, kann der Phasengleichheitsschalter, da er nur elektrisch beeinflußt wird, auch für den Betrieb von zwei oder mehreren Maschinengruppen verwendet werden. Die Firma Riva liefert auch für derartige Installationen erforderliche Sonderumschalter.

Sowohl der Synchronisierungsucher als auch der Phasengleichheitschalter weisen eine einfache, zuverlässige und kräftige Konstruktion auf und besitzen, im Vergleich mit den ausschließlich elektrischen Vorrichtungen, den

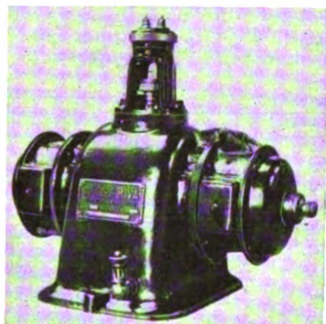


Abb. 4. Phasengleichheitschalter.

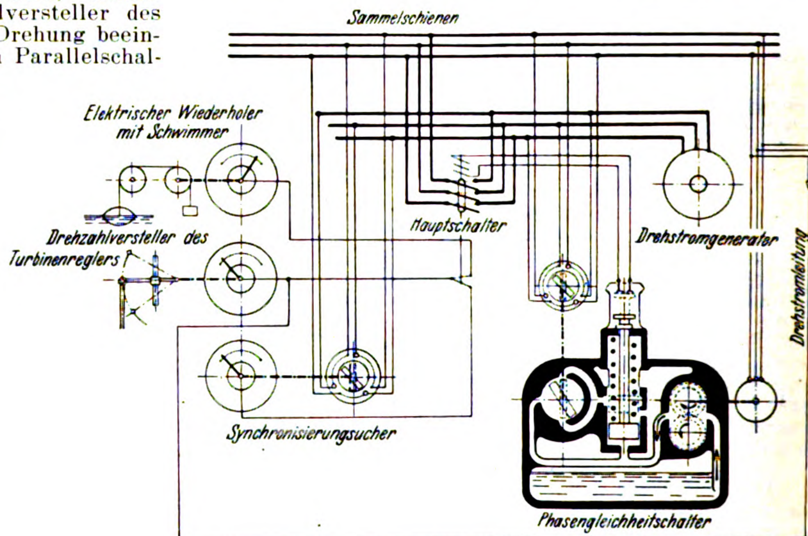


Abb. 5. Parallelschaltvorrichtung mit Belastungsregelung für Wasserkraftanlagen.

Der sog. Phasengleichheitschalter (siehe Abb. 2 u. 4) hat dagegen den Zweck, die Einschaltung des Hauptschalters bei Phasen- und Spannungsgleichheit selbsttätig auszuführen. Dieser Apparat besteht aus einer kleinen elektrischen Rotationspumpe, die durch einen Elektromotor, welcher mittels eines Transformators an eine der beiden parallel zu schaltenden Leitungen angeschlossen ist, angetrieben wird, aus einem Hubservomotor, dessen Kolbenstange den Steuerkontakt des Hauptschalters trägt und unter der Einwirkung des von der vorerwähnten Pumpe gelieferten Drucköles stets betriebsbereit ist, und endlich aus einem Hilfsmotor von gleicher Bauart und Schaltung wie derjenige des Synchronisierungsuchers, welcher ein drehendes Sperrventil betätigt. Dieses Sperrventil zwingt in seiner geschlossenen Stellung (in Abb. 2 punktiert angegeben), die dem Stillstehen des Elektromotors entspricht, das von der Rotationspumpe angetriebene Öl die Hubstange nach oben zu drücken, und bewirkt somit die Schließung des Hauptschalters. Eine kräftige Feder wirkt dem Kolbenhub entgegen, so daß die Schließung des Schalters nach Belieben geregelt werden kann. Man erzielt somit eine Eichung der Einstellzeit und bewirkt so, daß der Maschinenschalter erst dann sich schließt, wenn die Synchronisierungszeit gleich dieser vorausbestimmten Einstellzeit oder größer ist und schließt somit Schaltungen bei kürzerer Synchronisierungsdauer oder bei unbestimmtem Synchronismus aus. Besonders hervorzuheben ist noch, daß der Apparat die Einschaltung ohne jegliche Unsicher-

Vorteil der kräftigen und sicheren Wirkung, welche für die mit Öldruck arbeitenden Apparate charakteristisch ist. Der geringe Raumbedarf und die äußerst einfache Montage erleichtern die Verwendung des Apparates in jeder Anlage, wobei er eine wertvolle Vervollständigung der Schalttafel bildet.

Die Wicklung des Hilfsmotors wird auf Verlangen für jede beliebige Spannung geliefert. Der Leistungsaufwand des Motors ist rd. 150 W für den Synchronisierungssucher und rd. 300 W für den Phasengleichheitschalter.

In Abb. 5 ist ein Schaltbild angegeben, welches nebst dem selbsttätigen Parallelschaltsystem auch das Problem der Belastungsregelung einer Maschinengruppe in Abhängigkeit von der im Werkskanal oder im Staubecken zur Verfügung stehenden Wassermenge löst. Ein elektrischer Wiederholer mit Schwimmer nach Patent Pirazzoli, welcher ebenfalls von der Firma Riva-Calzoni hergestellt und in Anwendung gebracht wird, wird nach erfolgter Parallelschaltung des Generators mittels eines mit dem Hauptschalter direkt gekuppelten Umschalters an Stelle des Synchronisierungsuchers an den Drehzahlversteller des Turbinenreglers angeschlossen und bewirkt somit die selbsttätige Belastungsregelung der Turbine in Abhängigkeit der verschiedenen Pegelstände des Einlaufkanals bzw. Stausees.

Die selbsttätige Synchronisierung nach Patent Sartori-Calzoni hat in Italien in den folgenden Kraftwerken schon Anwendung gefunden: In vollem Umfange in der

„Centrale Automatica di Foce Ponale" des „Consorzio della Città di Rovereto e Riva" und in der „Centrale Automatica di Bagni di Tivoli" der „Società Elettricità e Gas di Roma". Mit diesen Anwendungen ist der Betrieb dieser zwei Kraftwerke vollständig mit Fernbetätigung automatisiert worden.

Die vollständige selbsttätige Synchronisierung mit Synchronisierungsucher und Hilfsmotor ist in der „Centrale Cerva" der „Società Varesina per Imprese Elettriche (Varese)" angewandt.

Der bloße Hilfsmotor fand Anwendung in „Germagnano" der „Società Idroelettrica Stura (Turin)" und in „Aidussina" der „Società Anonima Costruzioni Elettricità Italia Orientale".

Der bloße Synchronisierungsucher hat 17 Anwendungen in verschiedenen Kraftwerken und Unterwerken gefunden, in welchen die italienischen Staatsbahnen allein mit 8 Apparaten auftreten. *Sb.*

Elektromaschinenbau.

Konstruktion des Stromdiagrammes des Boucherot-Doppelkäfigmotors aus indirekten Messungen. — E. Schwarzkopf erinnert in der Rev. Gén. de l'El. zunächst an die zur Konstruktion des Vektordiagrammes notwendigen Grundgleichungen des Doppelkäfigmotors und baut dann das Vektordiagramm aus den durch Rechnung bekannten Konstanten des Motors unter Vernachlässigung der Ständerimpedanz auf. Es folgen die Konstruktion des Vektordiagrammes mit Berücksichtigung der Ständerimpedanz und des Stromdiagrammes mit und ohne Berücksichtigung derselben; aus dem Stromdiagramm wird die Schaulinie des Drehmomentes in Abhängigkeit von der Drehzahl abgeleitet. Anschließend wird ausführlich eine Methode zur Bestimmung der Motorkonstanten aus Messungen angegeben, insbesondere der Konstanten des Sekundärkreises (der beiden Läuferkäfige), die nicht direkt gemessen werden können, sondern durch Aufstellung eines gemessene Größen enthaltenden Gleichungssystems und durch Lösung dieses Systems auf graphisch-analytischem Wege bestimmt werden. (E. Schwarzkopf, Rev. gén. Électr. Bd. 28, S. 83.) *Kli.*

Verminderung von Transformatorenschäden durch Blitzschlag. — Im Netz der Commonwealth Edison Co. sind sehr schlechte Erfahrungen mit den Netztransformatoren von 5 ... 200 kVA und 2,3 kV Oberspannung gemacht worden. Die Defekte traten hauptsächlich bei Gewittern auf, u. zw. an den Kabelausleitungen der Transformatoren, die infolge zu geringer Abstände und Verwitterung durchschlugen. Monatlich mußten durchschnittlich 415 Transformatoren repariert werden. Die Reparaturkosten betrugen einschließlich Transport und Montage jeweils etwa 25 % vom Neuwert des Transformators. Unter diesen Umständen sah man sich veranlaßt, durch grundlegende konstruktive Änderungen Abhilfe zu schaffen. Die neue Ausführung berücksichtigt folgende Gesichtspunkte:

1. Ersatz der Kabelausleitungen durch Porzellandurchführungen, wobei die Isolation der Wicklung bzw. der Durchführungen so ausgewogen ist, daß die dielektrische Festigkeit der Spulen gegenüber Stoßspannungen höher als die Überschlagspannung der Durchführungen ist.
2. Anordnung von abnehmbaren Isolatoren.
3. Verstärkung der Windungsisolation.

Ein solcher Transformator wurde im Hochspannungsprüffeld der Ohio-Brass-Co. mittels eines Stoßgenerators unter Vorschaltung einer Funkenstrecke von 180 cm (später 120 cm) Spannungen von 1,5 MV bei normaler Erregung und Erdung der Unterspannungseite ausgesetzt, wobei lediglich Überschläge an den Isolatoren auftraten. Die mehrjährigen Betriebserfahrungen mit 4600 Transformatoren der neuen Art decken sich vollkommen mit diesem Prüfergebnis: Nicht ein einziger ist durch Gewitterüberspannungen an den Durchführungen oder der Wicklung beschädigt worden. (Austin-Hodtum, Electr. Wld., Bd. 97, S. 198.) *R. K.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Frequenzabhängigkeit eines Wechselstrom-Meßkreises mit Gleichstromgerät und Trockengleichrichter. — Die einfachste, derartige Meßanordnung besteht aus der Reihenschaltung des Trockengleichrichters, des Drehspulgerätes und eines Vorschaltwiderstandes. Die Verwendung eines Trockengleichrichters in solcher Anordnung erfährt nach hohen Frequenzen hin eine gewisse Beschränkung durch die Kapazität der einander gegenüberliegenden, durch die halbleitende Sperrschicht voneinander getrennten Platten. Nimmt man die Strom-Spannungs-Kennlinien als für alle Frequenzen gegeben, unabhängig davon aber noch eine parallele Kapazität an, so kann man auf dieser Basis die Kurvenform des entstehenden Instrumentenstromes aus der Ventilkennlinie bei beliebig gestalteter Meßspannung graphisch entwickeln. Durch Ausplanimetrieren der eingeschlossenen Fläche erhält man dann ein Maß für den Ausschlag am Drehspulgerät.

Für die Bedürfnisse der Praxis ist ein solches Verfahren aber mühsam und langwierig. Man gelangt zu einer guten Annäherung, wenn man die Kreiskennlinie, welche aus der Ventilkennlinie für den jeweiligen Belastungswiderstand folgt und den Zusammenhang zwischen Meßspannung und Instrumentenstrom im Gleichstrom-Grenzfall ergibt, durch eine im Nullpunkt geknickte Gerade ersetzt, die den Nullpunkt mit denjenigen Punkten der Kennlinie verbindet, die den Effektivwerten der Meßspannung im Positiven und Negativen entsprechen. Die Steigungen dieser Ersatzgeraden sind also mit der Amplitude zu ändern. Diese Abhängigkeit läßt sich aber ein für allemal an Hand der Kreiskennlinien festlegen. Schaltungstechnisch kann man dieses Vorgehen auch so deuten, daß man den Trockengleichrichter durch ein Modell ersetzt, das aus der Parallelschaltung eines Wirkwiderstandes und einer Kapazität besteht, wobei der Widerstand je nach Richtung der angelegten Spannung von seinem Durchlaßwert auf seinen Sperrwert wechselt. Mit dieser Modelldarstellung läßt sich die Frequenzabhängigkeit des Meßkreises bei rechteckiger und bei sinusförmiger Spannung quantitativ verfolgen. Ein anschauliches, graphisches Verfahren führt dann zur Ermittlung der stationären Kurvenform der Ventilspannung und des Instrumentenstromes. Für niedrige Frequenzen läßt sich die Abweichung des Instrumentenausschlages von seinem Gleichstrom-Grenzwert sehr einfach analytisch erfassen. Es ergibt sich für rechteckige Meßspannung ein lineares, für sinusförmige ein quadratisches Anwachsen dieser Abweichung mit steigender Frequenz. Dieser Einfluß wächst mit der Ventilkapazität sowie mit dem Belastungswiderstand und nimmt bei dem normalen Kennlinienverlauf mit der Amplitude der Meßspannung ab. (L. Cremer, Arch. Eletrotechn. Bd. 26, H. 2, S. 75.)

Beleuchtung.

Ein auf innerer Diffusion beruhendes Flimmerphotometer. — Die zu vergleichenden Lichtquellen beleuchten die beiden 20 · 20 mm großen, einander gegenüberliegenden gut polierten Seiten eines 12 mm dicken Körpers aus homogenem Paraffin. Beobachtet wird das aus der zu den beiden Auffangflächen senkrecht stehenden Fläche des Paraffinkörpers austretende Streulicht. Durch einen Schieber werden die Größen der beiderseitigen Auffangflächen in der Weise periodisch verändert, daß bei voller Öffnung der einen Fläche die gegenüberliegende gerade vollkommen verschlossen ist, und daß bei jeder anderen Schieberstellung die Summe der beiden freien Auffangflächen konstant gleich der einer einzigen ganz offenen Fläche ist. Bei gleicher Beleuchtungstärke von beiden Seiten bleibt während der Schieberbewegung die Intensität des aus der Beobachtungsfläche austretenden Streulichtes konstant, während bei verschieden großen Beleuchtungstärken Helligkeitschwankungen des Streulichtes auftreten, welche die typische Flimmererscheinung hervorrufen. Da das Paraffin keine selektive Absorption besitzt, kann der Apparat auch zur heterochromen Photometrie Verwendung finden, wobei die zur Messung günstigste Frequenz der Schieberbewegung von den beiden zu vergleichenden Farben abhängig ist. Die mit einem Beobachtungsokular anvisierte Stelle des Paraffinkörpers besitzt einen Durchmesser von 1 ... 2,5 mm. Bei sehr großen Beleuchtungsstärken kann die Beobachtungsöffnung noch verkleinert werden, so daß Schwächungseinrichtungen, wie rotierende Sektoren, Rauchgläser usw., fortfallen können. Zum Vergleich sehr schwacher Beleuchtungstärken ist der Apparat nicht geeignet. Die Meßgenauigkeit soll bei Gleichfarbigkeit 1 %, bei heterochromem Vergleich 2 % Abweichung vom Mittelwert nicht überschreiten. Als besonderer Vorteil wird die geringe Ermüdbarkeit beim Messen hervorgehoben, die dadurch verursacht sein soll, daß die Flimmerbewegung über das ganze Gesichtsfeld gleichmäßig verteilt ist, die Helligkeitschwankungen sich also gleichmäßig über das gesamte Netzhautbild er-

strecken, während bei den bisher gebräuchlichen Flimmerphotometern das Gesichtsfeld geteilt, und die Flimmerbewegung durch periodische Schwankungen des Helligkeitsverhältnisses beider Gesichtsfeldhälften zustande kommt. (L. Piatti, Z. Physik Bd. 72, S. 803.) *Schb.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Weitere Elektrisierungen der italienischen Eisenbahnen. — Der Elektrisierungsplan der italienischen Staatsbahnen hat mit der im April v. J. in Betrieb gesetzten Linie Savona—Ventimiglia einen weiteren Schritt gemacht. Da die Linie Genua—Savona schon seit 1916 und Genua—Spezia[1] seit 1929 elektrisch betrieben wird, ist die Rauchbelästigung auf der tunnelreichen Rivierabahn beseitigt. Die Hauptangaben für die neue Linie Savona—Ventimiglia sind: Drehstrom 16,7 Hz, Speisespannung 60 kV, Fahrdrahtspannung 3700 V. Der zum Teil verbesserte Oberbau erlaubt eine Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h, nur an wenigen Stellen ist eine Steigerung auf 100 km/h möglich. Der kleinste Krümmungshalbmesser ist rd. 350 m, die größte Steigung 7,7 ‰. Die Linie ist eingleisig, nur eine kleine Teilstrecke Valle Crosio—Ventimiglia ist zweigleisig. Die Umformung des zum größten Teil von privaten Elektrizitätswerken gelieferten Stromes von 42 Hz erfolgt in den Unterwerken Savona, Varigotti, Albenga, Diano Marengo, Foggia und Ventimiglia. Die beiden Fahrdrähte haben einen Querschnitt von 200 mm².

Im April d. J. ist dann weiter der elektrische Betrieb auf der Linie Parma—Spezia aufgenommen worden. Hier mußten etwa 30 neue Brücken zum Ersatz von alten gebaut werden. Auch hier beträgt die größte Fahrgeschwindigkeit 80 km/h. Die Stromverhältnisse sind wie bei Savona—Ventimiglia.

Weiter wurde der elektrische Betrieb auf der Linie Sampierdarena—Ovada—Alessandria eingeführt. Die Strecke hat eine Länge von 70,8 km mit einer Höchstneigung von 16 ‰. Die Fahrdrahtspannung ist ebenfalls 3700 V bei 16,7 Hz Drehstrom. Es befinden sich Umformerwerke mit einer Primärspannung von 60 kV in Predosa, Ovada, Campoligure und Acquasanta. Von Novi ausgehend wurde eine neue 60 kV-Leitung nach Rossiglione geführt, um hier die Leitung Rossiglione—Voltri—Sampierdarena zu erreichen. Diese Kraftleitung dient der Eisenbahn auch zum Energieaustausch zwischen Piemont und Ligurien. Das Unterwerk Ovada hat zwei Sammelschienen, von denen die eine aus Piemont, die andere aus Ligurien gespeist wird. Gewöhnlich sind beide Sammelschienen parallel geschaltet. Es ist ein selbsttätiger Schalter, der durch ein Minimalspannungsrelais betätigt wird, vorgesehen, um beide Sammelschienen im Falle einer Störung in einer der beiden Versorgungslinien zu trennen. Durch eine Synchronisierungseinrichtung wird nach behobener Störung bzw. nach Wiedereintritt normaler Spannung die Parallelschaltung selbsttätig wiederhergestellt. Auch auf der Niederspannungseite können die beiden Fahrtrichtungen unabhängig voneinander von den beiden Umspannergruppen, die aus je 1000 kVA-Einphaseneinheiten bestehen, gespeist werden. Damit die Lokomotiven bei getrennter Speisung keine Parallelschaltung herstellen, ist eine neutrale Zone von rd. 30 m im Fahrdraht geschaffen. Durch die Elektrisierung konnte die Fahrleistung auf der tunnelreichen Strecke vervierfacht werden. *Rtz.*

Bergbau und Hütte.

Die Zündung von hintereinander geschalteten Brückenzündern durch Gleich- und Wechselstrom. — Praktische Zündversuche mit handelsüblichen Zündern haben ergeben, daß bei Verwendung von Wechselstrom Versager auftreten, wo Gleichstrom von gleicher Stärke noch eine einwandfreie Zündung bewirkt. Die Ursache dieser bereits von Drekopf rechnerisch untersuchten Erscheinung wurde von Ch. Fritzsche und F. Giesa in ihrer Abhängigkeit vom Einschaltpunkt innerhalb bestimmter Bereiche der Wechselstromwelle, also von der steten Änderung der Stromstärke, durch Messungen nachgeprüft. Dabei stellte sich heraus, daß der Versagerbereich erheblich kleiner ist als die Rechnung vermuten ließ. Es wurde das Auftreten von Wärmeverlusten nachgewiesen, die sich mit der Länge der Glühdrähte ändern und den Versagerbereich in günstigem Sinne beeinflussen. Eine praktisch genügend weitgehende Ausschaltung der Nachteile des Wechselstroms läßt sich durch Erhöhung der Brückendrahtlängen bei gleichzeitiger Herabsetzung der Längenunterschiede innerhalb einer Zünderart erreichen. Abb. 6 zeigt die mutmaßliche Abhängigkeit des Verhältnisses der Versager-Grenzstromstärke bei Wechsel- und Gleichstrom von dem Unterschied zwischen der größten und kleinsten

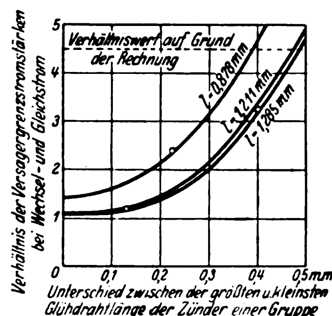


Abb. 6. Mutmaßliche Abhängigkeit des Verhältnisses der Versagergrenzstromstärke bei Wechsel- und Gleichstrom von dem Unterschied zwischen der größten und kleinsten Brückendrahtlänge für einige Gruppen von Zündern mit verschiedener mittlerer Brückendrahtlänge.

Brückendrahtlänge für einige Gruppen von Zündern mit verschiedener mittlerer Brückendrahtlänge l. (Ch. Fritzsche und F. Giesa, Glückauf Bd. 67, S. 1373.) *Ka.*

Fernmeldetechnik.

Ein Jahrzehnt des Fortschritts im elektrischen Nachrichtenverkehr. — In der Festsitzung des Elektrotechnischen Vereins[1] zu Berlin anläßlich der Verleihung der Siemens-Stephan-Gedenkplatte an den Staatssekretär Herrn Dr. Feyerabend am 15. III. hielt der Ministerialdirektor a. D. Herr Dr. Craemer den Festvortrag. Er gab eine eindrucksvolle, durch zahlreiche Bildvorführungen erläuterte Darstellung von dem stürmischen Vorwärtsschreiten der elektrischen Nachrichtentechnik in dem zurückliegenden Jahrzehnt. Die Entwicklung in diesem Zeitraum ist grundlegend bestimmt durch die Erfindung der Elektronenröhre, die in ihrer dreifachen Wirkungsweise als Schwingungserzeuger, Verstärker und Empfänger ungeahnte Anwendungsmöglichkeiten bietet. Sie hat die ganze Elektrotechnik, vor allem die Nachrichtentechnik, in umwälzender Weise beeinflußt und ist die Voraussetzung für wichtige Fortschritte der Telegraphie, des Fernsprech- und des Funkwesens seit dem Weltkriege.

Der Drahttelegraphie, die durch den Fernsprecher immer mehr in den Hintergrund gedrängt worden war, eröffnete die Röhre die Möglichkeit vervielfachter Ausnutzung von Leitungen und Kabeln, insbesondere gemeinsamer Benutzung zum Fernsprechen und Telegraphieren weit über das bisherige Maß hinaus. Auf einer Kabelader können neuerdings bis zu 24 Telegraphierkanäle betrieben werden. Die besonderen Leitungsnetze für Telegraphie werden auf diese Weise neben den Fernsprechnetzen auf die Dauer ganz entbehrlich. Einen anderen großen Fortschritt bildet die Einführung des Springschreibers im Telegraphenbetrieb. Seine einfache Bedienungsweise und vielseitige Ausnutzbarkeit erleichtert und verbilligt den Telegraphenbetrieb und gewährt die Möglichkeit unmittelbarer Fernschreibverbindungen zwischen privaten Betrieben, die durch dauernde oder durch zeitweilig anzumietende Leitungen hergestellt werden können. Auch die Einrichtung eines regelrechten Fernschreibvermittlungsdienstes ist in einigen Ländern bereits eingeführt. In der transozeanischen Kabeltelegraphie ist durch neue Bauart der Ozeankabel die Erhöhung der Telegraphiergeschwindigkeit auf das Fünffache des Vorkriegsmaßes erreicht worden. Ein ganz neues Glied des Telegraphenverkehrs stellt die Bildtelegraphie dar, die bereits zwischen den Hauptorten des mittleren Europa eingeführt ist. Die drahtlose Telegraphie hat dank Verwendung der Kurzwellen und Richtantennen ihr Netz von 6350 km im Jahre 1919 auf 120 000 km im Jahre 1930 auszudehnen vermocht.

Dem Fernsprechen mit Draht gaben neben der Verstärkerröhre die Einführung von Fernkabeln und die Erfindung der Pupinspule den Anstoß zu außerordentlicher Entwicklung. Deutschland hat in zehn Jahren ein Fernkabelnetz von 11 500 km Länge mit 2,3 Mill km Drahtleitungen ausgebaut. Auch die übrigen Länder Europas von den Pyrenäen bis Ungarn und Finnland haben sich, z. T. mit großem Eifer, an diesem Ausbau beteiligt, so daß heute in Europa ein Fernkabelnetz von rd. 30 000 km für den internationalen Fernsprechverkehr zur Verfügung steht. Auf dem Gebiet der Seekabel bildet der Bau von Papierkabeln mit Pupinspulen einen kühnen Schritt vor-

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 882.

[1] ETZ 1932, S. 279.

wärts. Diese Kabel sind in den meisten von Deutschland ausgehenden Seekabelverbindungen (nach Ostpreußen, Schweden, Dänemark, Sylt) zur Verwendung gekommen. Die Bauart dieser Kabel hat sich mit jedem neuen Kabel weiter vervollkommnet; durch die seit 1930 erreichte Verwendbarkeit für den Zweiband-Fernsprechbetrieb ist ihre Leistungsfähigkeit außerordentlich gesteigert. Eine große Aufgabe bildet noch die Schaffung einer transozeanischen Fernsprechkabelverbindung. Die Technik ist in der Lage, die Aufgabe zu lösen, ihre Inangriffnahme ist nur durch die Wirtschaftskrise verhindert worden.

Den wichtigsten Fortschritt der letzten zehn Jahre bildet der transozeanische Funkfernsprechverkehr. Die erste Verbindung wurde zwischen London und New York im Januar 1927 eröffnet. Die Funkstrecke ist 5600 km lang. Inzwischen sind die Linien des Welt-Funkfernsprechnetzes, das Europa mit allen anderen Erdteilen verbindet, auf rd. 345 000 km angewachsen. Indem die Funklinien die Weltmeere überbrücken, haben sie die Ländernetze zu einem Weltfernsprechnetz zusammengeschlossen. Die Zahl der Fernsprechstellen, die heute über das Weltnetz miteinander verkehren können, beträgt 33 Mill und macht 92 % aller Fernsprechstellen aus. Selbst Ozeanschiffe und Luftfahrzeuge nehmen an diesem Verkehr teil, ein Erfolg der Technik, den vor zehn Jahren, fast noch vor fünf Jahren, niemand zu erhoffen gewagt hätte.

Fast scheint es, als ob diese überstürzte Entwicklung auch ihre Kehrseite habe. Die überallhin vordringende Technik zwingt dem Menschen ihr Tempo auf und droht ihn zu tyrannisieren. Aber nicht die Technik ist der Tyrann, sondern der Mensch, der sich ihrer bedient. *Bkm.*

Verschiedenes.

Neue Auslandsnormen. — Belgien — (Comité Electrotechnique Belge, Brüssel, Rue Royale 154): Rapport Nr. 47 „Standardisation des lampes à incandescence normales à filament métallique" (Mai 1932) — Rapport Nr. 57 „Symboles Internationaux 3. Partie, Signes Graphiques pour installations à courant faible (März 1932). —

England — (British Standards Institution, 28 Victoria Street Westminster, London S.W. 1): Nr. 438 - 1932. Cooker control units for use in 2-wire circuits of not more than 250 volts declared pressure — Nr. 439 - 1932. Portable accumulators and secondary batteries (Lead-acid Type) including sizes up to 100 ampere-hours at the 10-hour rate — Nr. 440 - 1932. Stationary accumulators (lead-acid planté positive type) for general electrical purposes — Nr. 442 - 1932. Terminals for electrical apparatus for railway signalling purposes — Nr. 445 - 1932. Copper commutator bars for electrical purposes — Nr. 446 - 1932. Braided cables with copper conductors for overhead transmission lines — Nr. 447 - 1932. Graphical Symbols for use in connection with interior electrical installations — Nr. 448 - 1932. Dimensions of radio valves and valve-sockets — Nr. 452 - 1932. Tractive armature direct-current neutral track relays — Nr. 454 - 1932. Train-lighting accumulators (lead-acid type). —

Finnland — (Finlands Standardiseringskommission): C. VI. 12 Stödisolatorer. —

Italien — (Associazione Elettrotecnica Italiana, Mailand, Via San Paolo, 10): Norme per la fornitura dei cavi in carta impregnata (1931). — Norme per l'ordinazione ed il collaudo di motori primi idraulici (1931).

Polen — (Stowarzyszenie Elektryków polskich. Association des Electriciens Polonais): PNE - 27/1932. Recommendations pour la protection des masses métalliques souterraines contre l'action électrolytique des courants vagabonds.

Rußland — OCT 568 Polarisierte Klopfer — OCT 679 Drehstrom-Asynchronmotoren mit Schleifringanker — OCT 738 10paarige Klemmleiste ohne Blitzschutz und Sicherung — OCT 977 Kondensator-Stecker — OCT 983 Einstiftstecker — OCT 985/1 Kontaktschraube für Schleifkontaktschalter — OCT 985/2 Kontaktschraube für Schleifkontaktschalter — OCT 1458 Stahldraht für Freileitungen — OCT 1459 Stahldraht für Freileitungen — OCT 2391 Gerade und gebogene Isolatorstützen für Fernmeldeanlagen — OCT 2426 Stahldraht für Freileitungen — OCT 2450 Elektrische Beleuchtungskörper aus Glas, Glasschirm und Befestigungsring — OCT 3603 Elektrische Maschinen, Achshöhen — OCT 3751 Tragbare nicht hermetisch dichte Beleuchtungskörper — OCT 3968 Masten für Freileitungen

Tschechoslowakei — (Elektrotechnicky Svaz Ceskoslovensky, Prag XII, Vocelova 3): CSN-ESC 26a, Aug. 1930, Drehstrommotoren — CSN-ESC 48a, Jan. 1932, Drähte und Seile aus Stahl für elektrische Leitungen — CSN-ESC 74, Nov. 1929, Elektrische Bügeleisen — ESC-CSN 75, Nov. 1929, Dreipolige Freiluftsteckvorrichtung 500 V, 60 A — CSN-ESC 76, März 1931, Elektrische Staubsauger — CSN-ESC 77, 1930, Sicherungen für Starkstromanlagen — CSN-ESC 78, Aug. 1931, Ölschutzanstriche für Stahlkonstruktionen elektrischer Anlagen — CSN-ESC 81, Febr. 1932, Große umlaufende Maschinen — CSN-ESC 82, März 1931, Starkstromkabel und Armaturen — CSN-ESC 86, Juli 1930, Kleintransformatoren — CSN-ESC 88, Aug. 1930, Elektrizitätszähler — CSN-ESC 90, Juli 1931, Transformatoren — CSN-ESC 92, März 1931, Schulbeleuchtung — CSN-ESC 93, Juni 1931, Transformatorstationen — CSN-ESC 95, CSN-ESC 97, Okt. 1931, Gewöhnliche Wolfram-Glühlampen und ihre Sockel — CSN-ESC 96, Nov. 1931, Straßenbeleuchtung — CSN-ESC 100, ESC-Zeichen — CSN-ESC 101, Okt. 1931, Automobilakkumulatoren — CSN-ESC 105, Dez. 1931, Genietete Stahlmaste für 22 kV-Freileitungen.

Energiewirtschaft.

Das Problem der Verteilungskosten. — Der jetzt in nahe Aussicht gerückte Ausbau des St. Lorenzstromes, der gewaltigsten Wasserkraft der V. S. Amerika, hat den Sekretär der zur Prüfung der Frage eingesetzten internationalen Kommission, S. Burton Heath, veranlaßt, die (fingierte) Frage aufzuwerfen, was dabei herauskommen würde, wenn die anfallende Energie allein zur Versorgung der Kleinabnehmer nach New York transportiert würde. Es handelt sich dabei wohl um eine verspätete Antwort auf Ausführungen, die von amerikanischer Seite gelegentlich der Eröffnung der Weltkraftkonferenz in Berlin 1930 gemacht wurden. Nach Heath betragen die Kosten des Ausbaues der Long-Sault-Stromschnellen, der zunächst beabsichtigt ist, 180 Mill $, wofür 1,1 Mill PS gewonnen werden. Die Jahresstromerzeugung soll 10,6 Mrd kWh erreichen, die Hälfte davon entfällt auf den Staat New York. Die Jahreskosten werden einschließlich 5 % Verzinsung und einer Tilgung in 37 Jahren zu 13 Mill $ ermittelt. Die durchschnittlichen Selbstkosten der Kilowattstunde betragen somit 0,123 cts, ein sehr niedriger Wert, der durch die sehr geringen Ausbaukosten von 112 $/inst. kW bedingt ist. Heath rechnet nun mit einer Übertragung durch sieben Stromkreise bei 220 kV bis Elmsford bei New York auf 545 km Entfernung, von dort durch 132 kV-Kabel bis in die 50 km entfernte Stadt. Der Belastungsfaktor soll nur 10 % betragen, was auch bei Kleinabnehmern sehr niedrig ist; die Kosten der 220 kV-Leitungen samt Umspannwerk Elmsford sind mit 66,1 Mill $ eingesetzt, die Jahreskosten mit 5,3 Mill $, wozu noch 525 000 $ für Unterhaltung und Betrieb des Umspannwerkes kommen, ein unverständlich hoher Betrag. Die 132 kV-Kabel bis New York stellen sich noch einmal auf 36,5 Mill $, die Jahreskosten auf 4,74 Mill $. Insgesamt entstehen also 23,04 Mill Dollar Jahreskosten, frei Sammelschiene der New-Yorker Kraftwerke. Die eigentlichen Verteilungskosten rechnet nun Heath aus unter Zugrundelegung einer Gesamtsumme für die Verteilungsanlagen von 520 $/kW Höchstbelastung. Diese Summe erscheint viel zu hoch gegriffen. Deutsche großstädtische Elektrizitätswerke rechnen mit weit niedrigeren Beträgen, nach der sehr sorgfältigen Arbeit von Marshall und Snow über die Selbstkosten der Detroit Edison Co.[1] kosten deren Verteilungsanlagen je Kilowatt Höchstbelastung nur 128,50 $. Wenn man solche Anlagekosten und so schlechte Ausnutzung annimmt, kommt man natürlich zu phantastisch hohen Stromselbstkosten, die bei Heath 19,6 cts/kWh erreichen. Immerhin zeigt diese Rechnung, was der Kleinabnehmer dem Umstande verdankt, daß der Strom heute so allgemein verwendet wird, und daß eine Verhältnisbildung zwischen Erzeugungskosten und Verkaufspreisen vollkommen sinnlos ist, wenn man von der Ausnutzung ganz absieht.

Es ist aber ganz interessant, an Hand der hier dargebotenen Unterlagen zu verfolgen, was die in Massena-Point gewonnene Energie bei günstiger Ausnützung an der Sammelschiene der New-Yorker Elektrizitätswerke wirklich kosten würde. Die New York Edison Co. hat ein Maximum von 1,248 Mill kW, das fast genau 4000 h ausgenutzt wird. Auf Grund der geordneten Belastungskurve eines deutschen Elektrizitätswerkes gleicher Art kann man annehmen, daß 15 % der Spitze während 6900 h ausnützbar sind; das wären 200 000 kW. Weitere 200 000 kW können 5000 h ausgenutzt werden, die letzten 100 000 kW während 3750 h. Diese 500 000 kW, die am St. Lorenzstrom zu gewinnen sind, ergeben also insgesamt 2,76 Mrd kWh. Bei einem Zuschlag von 15 % für Verluste sind das ab

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1315.

Sammelschiene Massena-Point 3,18 Mrd kWh. Die dort sonst noch erzeugbaren 2,1 Mrd kWh sollen als Abfallstrom mit 0,1 cts verkauft werden und ergeben so 2,1 Mill Dollar Erlös. Da die Gesamtkosten der Energie an der Sammelschiene New York jährlich 23,04 Mill $ betrugen, bleiben 20,94 Mill $ übrig, die, auf 2,76 Mrd kWh umgelegt, 0,76 cts/kWh ergeben. Diese Kosten — ohne alle Verteilungsanlagen — sind also bereits 6,15mal so hoch als die Erzeugungskosten allein. Immerhin stehen ihnen die gegenwärtigen Selbstkosten der New York Edison Co. mit 0,83 cts/kWh für Erzeugung und 0,35 cts/kWh für Kapitaldienst der Kraftwerke allein, zusammen 1,18 cts/kWh gegenüber, so daß der Bezug des Wasserstromes immer noch vorteilhaft wäre. (Electr. Wld., Bd. 98, S. 289.) *Ha.*

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

W. Wedding †. — Am 25. VII. d. J. starb zu Berlin an einem Herzleiden in seinem 72. Lebensjahre der Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Wilhelm Wedding. Der Verstorbene entstammte einer altangesehenen, um die Technik hochverdienten Berliner Familie und gelangte selbst als Forscher und Lehrer auf dem Gebiet der Beleuchtung und Lichttechnik zu großem Ansehen. Wedding studierte in Berlin und Straßburg und wurde 1888 auf Grund seiner Arbeit „Die magnetische Drehung der Polarisationsebene bei wachsender Doppelbrechung in dilatiertem Blei" in Straßburg zum Dr. mat. et rer. nat. promoviert. Er fühlte sich zum Lehramt berufen, wandte sich deshalb der Technischen Hochschule seiner Vaterstadt zu, wurde zunächst Assistent von Prof. Slaby und daneben Privatdozent für Elektrotechnik. Im Jahre 1908 zum ord. Professor ernannt, übernahm er nach dem Tode Slabys dessen Vorlesungen über allgemeine Elektrotechnik, die er selbst nach seiner Emeritierung noch beibehielt. Wedding gehörte zu den Begründern der neuzeitlichen Lichttechnik, die er durch seine wissenschaftlichen und praktischen Arbeiten nachhaltig gefördert hat. Er richtete an der T. H. Berlin das Beleuchtungstechnische Laboratorium und die zugehörige Sammlung ein. Groß ist die Zahl der Zuhörer dieses durch Gründlichkeit und Begeisterung des Vortrags ausgezeichneten Lehrers. Wedding war Mitglied zahlreicher Gesellschaften und der Vorstände und Ausschüsse dieser und widmete sich bis zu seinem Tode der Technischen Deputation des Ministeriums für Handel und Gewerbe sowie dem angesehenen Verein zur Beförderung des Gewerbefleißes, dem schon von seinen Voreltern eine reichhaltige Förderung zu Teil geworden war und dessen Zeitschrift Wilhelm Wedding 12 Jahre lang leitete. Als unter seiner Beteiligung die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft gegründet wurde, übernahm er lange Jahre hindurch deren Vorsitz.



Wilhelm Wedding †.

Das Urteil Weddings in beleuchtungstechnischen Fragen galt als maßgebend, und er hat alle Zeit die Ergebnisse seiner kritischen Studien der Allgemeinheit in Wort und Schrift zugänglich gemacht. Wedding genoß bei seinen Schülern Verehrung und Vertrauen und hat sich durch sein menschlich-vornehmes Wesen überall aufrichtige Freunde erworben. *e*

Auszeichnungen. — Herrn Dir. Julius Laufer, Vorstandsmitglied der SSW, Berlin, wurde von der T. H. Karlsruhe in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die technische und industrielle Förderung der Elektrowirtschaft die Würde eines Dr.-Ing. E. h. verliehen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die neueste Entwicklung im Stromwandlerbau.

Herr Dr. GOLDSTEIN hat in der ETZ 1932, S. 380, Vergleiche über die Entwicklung im Auslande angestellt. Es dürfte interessant sein zu erfahren, daß die Frage der Material- und Raumersparnis auch dort, wenigstens soweit Europa in Frage kommt, zu einer ähnlichen Entwicklung wie in Deutschland geführt hat. In der Tat sind die Feststellungen über Abmessungen und Gewichte der Wandler der „Ateliers de Constructions Electriques de Delle" überholt.

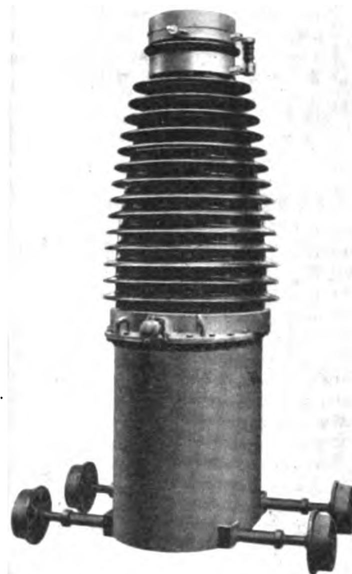


Abb. 1.

Die neuesten Typen, von denen Abb. 1 ein Beispiel darstellt, sind durch folgende Größen gekennzeichnet:

Reihe	Bauhöhe	Gesamtgewicht	hiervon Dicköl
120 kV	2250	1050 kg	450 kg
150 „	2630	1500 „	700 „
220 „	3800	2200 „	1100 „

Die Wandler sind so gebaut, daß sich die obere Hälfte der Wicklung im Porzellankörper befindet, die untere in dem ovalen Kasten.

Lyon, 28. V. 1932. A. Roth.

Erwiderung

Die Mitteilung der „Ateliers de Constructions Électriques de Delle" über die erzielten Fortschritte im Bau von Stromwandlern für Höchstspannungen ist sehr interessant. Die Angaben über die Abmessungen und Gewichte der Stromwandler der Ateliers de Constructions Électriques de Delle hatte ich den Veröffentlichungen entnommen, die mir die Firma liebenswürdigerweise zur Verfügung gestellt hatte. Meine Absicht, diese Daten zu veröffentlichen, war den Ateliers de Constructions bekannt. Daß diese Angaben nach der Fertigstellung meines Manuskriptes und nach einem Briefwechsel mit der Firma vom 31. XII. 1931 neuestens überholt sind, erfuhr ich erst aus dem Schreiben der Firma an die Schriftleitung der ETZ.

Berlin-Karlshorst, 5. VI. 1932

Dr. Goldstein

LITERATUR.

Besprechungen.

Aufgabensammlung f. Elektroingenieure. Von Dipl.-Ing. K. Fleischmann. Mit 59 Abb. i. Text u. auf 5 Taf., VIII u. 171 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geh. 10,50 RM, geb. 12 RM.

Das Buch wendet sich an Ingenieure, deren Wissen noch das Leben und die Sicherheit fehlt, es will ihnen die rechnerische Bearbeitung bestimmter Aufgaben aus der Praxis zeigen und sie mit geeigneten Methoden zur Lösung solcher Probleme bekannt machen.

Der Verfasser beschränkt sich in der — auch vom Berichterstatter geteilten — Überzeugung, daß im Gegensatz zum Vorausberechnen der Abmessungen das Vorausberechnen der Eigenschaften von Schaltungen, Maschinen, Transformatoren u. dgl. an den meisten Hoch- und Mittelschulen zu wenig gepflegt wird, auf letztere Art von Aufgaben. Er bringt zweiundzwanzig meistens sehr ausgedehnte Beispiele, wie sie sich ihm offenbar im Verlauf seiner Tätigkeit im Prüffeld und Unterricht geboten haben. Zwischen wenigen kleineren Beispielen, welche die Schaltung von Widerständen, Spulen sowie magnetische Kreise behandeln, liegen sehr eingehende Berechnungen über das Betriebsverhalten von Generatoren und Motoren verschiedener Stromart sowie von Transformatoren. Als Beispiel sei eine Aufgabe genannt: Abhängigkeit der Drehzahl eines Drehstrom-Asynchronmotors vom Sekundärwiderstand beim Antrieb eines Lüfters.

Das Buch ist mit Sachkenntnis und Sorgfalt klar geschrieben, die Beispiele sind sehr ausführlich und meistens für eine größere Zahl von Veränderlichen durchgerechnet, die beigefügten Kurven und Diagramme sind auf Millimeterpapier dargestellt, daher genau ablesbar.

Bedauerlich ist, daß sich der Verfasser in den Schaltbildern nicht an die Normen hält und z. B. bei der Verlustberechnung einer Gleichstrommaschine hinsichtlich des Ankerwiderstandes und des Bürstenverlustes nicht den R.E.M. folgt. Das erste Beispiel ist insofern nicht ganz geglückt, als der Verfasser mit achtstelligen Zahlen rechnet, in der Probe aber einen erheblichen Rechenfehler macht; man kann die Aufgabe mit einfacherem Ansatz und mit dreistelligen Zahlen auf ½ % Genauigkeit lösen.

Das Buch kann trotzdem für Fortgeschrittenere empfohlen werden; es wird allen Fachgenossen, die sich bereits an einfachen Aufgaben geübt haben und für besondere Fragen ein eingehendes Interesse haben, sehr nützlich sein. K. Hoerner.

Festschrift zum fünfzigjährigen Bestehen der Platinschmelze G. Siebert G. m. b. H., Hanau 1881—1931. Herausg. v. Dr.-Ing. H. Houben. Mit zahlr. Abb., XXVI u. 338 S. in gr. 8°. Verlag G. M. Alberti's Hofbuchhandlung, Hanau 1931.

Das Buch ist, abgesehen von einer kurzen Einleitung, die die Entwicklung der Firma Siebert schildert, eine Sammlung von zum erstenmal erscheinenden Originalarbeiten der Angehörigen der Firma und vieler führender außerhalb stehender Forscher. In den Arbeiten werden die verschiedensten Fragen behandelt, die zuweilen nur in lockerer Verbindung mit der Tätigkeit der Firma stehen und einen rein wissenschaftlichen Charakter haben; ihr Inhalt ist recht mannigfaltig und umspannt chemische und metallographische sowie physikalische und auch elektrotechnische Fragen. Seinem gesamten Charakter nach entspricht das Buch durchaus den Jubelbänden, die zu Ehren einzelner Forscher herausgegeben zu werden pflegen. G. Masing.

Eingegangene Doktordissertationen.

Paul Kapteyn, Über den Verstärkungsgrad widerstandsgekoppelter Röhrenanordnungen. T. H. Dresden 1931.

Werner Krämer, Wirbelströme in massivem Eisen. T. H. Braunschweig 1931.

Erich Müller, Die Sicherheit der Radkörperbereifung der Eisenbahnfahrzeuge, beurteilt auf Grund von Verformungs- und Wärmemessungen beim Bremsen. T. H. Berlin 1931. (Erscheint gleichz. als selbständiges Buch, Verlag Glasers Annalen, Berlin.)

Hans Lübke, Straßen und Plätze im Stadtkörper. T. H. Berlin 1931.

Paul Nedderhut, Die Bestimmung der einzelnen Elemente in der Gleichrichterschaltung nach Marx. T. H. Braunschweig 1931.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Im Mai 1932 ist die Einfuhr gegen den April (2 920 847 RM[2]) um 397 532 RM (13,6 %) gestiegen, u. zw. bei Maschinen, Schwachstromapparaten und Beleuchtungsvorrichtungen, während sie im Vergleich zum Parallelmonat des Vorjahres eine alle Erzeugnisse betreffende Abnahme um 4 423 288 RM (57 %) aufweist. Für die Ausfuhr ergibt der Vergleich mit der des April (13 223 214 RM) einen Rückgang um 1 583 021 RM (12 %) — lediglich der Export von Bahnmotoren, Telegraphen- und Fernsprechapparaten sowie von isoliertem Leitungsmaterial hat zugenommen — und mit dem Ergebnis des Mai 1931 um 2 384 581 RM (17 %); hier zeigt die Statistik jedoch Wertsteigerungen bei Maschinen, Glühlampen und elektrotechnischen Kohlen. In den abgelaufenen fünf Monaten ist die Einfuhr um 18 175 080 RM (47 %), die Ausfuhr um 22 032 257 RM (27 %) hinter den in der gleichen Periode von 1931 erzielten Beträgen zurückgeblieben.

Erzeugnisse	Einfuhr in 1000 RM		Ausfuhr in 1000 RM	
	1932	1931	1932	1931
	Mai			
Maschinen	1 280,5	2 140,7	4 923,7	4 752,9
Waren u. Apparate .	2 037,9	5 601,0	6 716,5	9 271,9
	3 318,4	7 741,7	11 640,2	14 024,8
	Januar/Mai			
Maschinen	5 935,1	9 037,3	24 854,7	2 8461,4
Waren u. Apparate .	4 473,5	29 546,4	35 068,2	5 3493,8
	20 408,6	38 583,7	59 922,9	81 955,2

fm.

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: „Elektromind“ Gesellschaft für mechanische Industrie m. b. H., Berlin (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb elektromechanischer Artikel jeder Art; Vereinigung zur Förderung des Deutsch-türkischen Wirtschaftsverkehrs, G. m. b. H., Berlin (55 000 RM): Förderung der wirtschaftlichen Beziehungen zwischen Deutschland und der Türkei. —

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Im Juni 1932 wies die Gruppenverteilung innerhalb des Tarifabschnitts 18 B folgende Beträge auf:

Waren	Mengen dz		Werte 1000 RM	
	Juni	Jan./Juni	Juni	Jan./Juni
Einfuhr:				
Elektrische Maschinen (einschl. Teile)	891	6 019	257	1 848
Elektrot. Erzeugnisse	1 362	10 267	1 323	10 052
Ausfuhr:				
Elektrische Maschinen (einschl. Teile)	31 827	174 507	8 392	44 523
Elektrot. Erzeugnisse	51 841	330 526	18 526	130 121

Bei der Einfuhr ergibt sich gegenüber dem Mai (2161 dz bzw. 1,697 Mill RM) eine Zunahme um 92 dz (4 %), dagegen wertlich ein Rückgang um 0,117 Mill RM (7 %); verglichen mit dem Parallelmonat des Vorjahres (4666 dz bzw. 2,892 Mill RM) ist sie um 2413 dz (52 %) und 1,312 Mill RM (45 %) schwächer gewesen. Die Ausfuhr zeigt gegen den Mai (79 413 dz bzw. 27,506 Mill RM) mengenmäßig eine Steigerung um 4255 dz (5,4 %), zugleich aber dem Wert nach eine Abnahme um 0,588 Mill RM (21,4 %); im Verhältnis zum Juni 1931 (111 365 dz bzw. 35,150 Mill RM) muß man eine Verminderung um 27 697 dz (25 %) und 8,232 Mill RM (23 %) feststellen. Die in den Exportmengen enthaltenen Reparationssachlieferungen betrugen im Juni 6611 dz (2652 i. V.). Für das erste Halbjahr 1932 ergeben sich Einbußen gegenüber der gleichen Periode des Vorjahres, u. zw. einfuhrseitig um 9722 dz (37 %) bzw. 6,456 Mill RM (35 %). Deutschland hat während dieser sechs Monate 1177 Lichtmaschinen usw. (3736 i. V.), 22 903 Dynamos, Elektromotoren usw. (37 176 i. V.), 3137 Bogen- usw. Lampen (5237 i. V.) und 3,242 Mill Metalldrahtlampen (2,680 i. V.) dem Ausland entnommen. Die Verringerung des Exports stellte sich auf 157 266 dz (24 %) bzw. 54,959 Mill RM (24 %); letzterer umfaßte in diesem Halbjahr 24 547 dz Reparationssachlieferungen (28 381 i. V.) und der Stückzahl nach 42 133 Lichtmaschinen usw. (38 001 i. V.), 280 957 Dynamos, Elektromotoren usw. (330 434 i. V.), 58 142

---

[1] Electr. Rev., Lond. Bd. 110, S. 945 (1932). Vgl. ETZ 1931, S. 1016; 1932, S. 616.
[2] 1 RM = rd. 0,07 £.
[3] Vgl. ETZ 1931, S. 1075; 1932, S. 711.

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz Juni 1932	Einfuhr in dz Januar/Juni 1932	Einfuhr in dz Januar/Juni 1931	Ausfuhr in dz Juni 1932	Ausfuhr in dz Januar/Juni 1932	Ausfuhr in dz Januar/Juni 1931
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	4	56	248	1 078	4 259*	3 065*
907 b/g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer[1]; Transformatoren und Drosselspulen	873	5 660	10 461	29 243*	160 549*	130 346*
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	14	303	423	1 506*	9 699*	11 922*
908 a, b	Elektrizitätsammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	32	352	1 169	4 489	18 798*	28 227*
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	368	1 602	2 346	19 398*	107 066*	228 623*
910 a/c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	7	66	96	96	917	1 259*
911 a	Metallfadenlampen	173	1 299	1 241	346*	2 008*	4 081*
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	—	—	48	5	57	100
912 A1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	13	55	54	55	224	391
912 A2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittlungseinrichtungen; Bestandteile davon	36	169	241	1 371	7 408	9 709*
912 A3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	191	1 883	2 930	2 321*	18 440*	35 796*
912 A4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	62	440	758	1 370*	10 265*	12 237*
912 B	Bügeleisen; in der Ausfuhr auch Bestandteile davon	7	31	46	455	2 270	3 766
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate (ausgenommen 912 B); in der Ausfuhr auch Bestandteile davon	63	407	505	1 203*	7 436*	8 123*
912 D	Röntgenröhren; in der Ausfuhr auch Bestandteile davon	4	20	23	23	159*	162*
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	47	523	767	1 086*	7 989*	9 104*
912 F1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	5	58	86	573	4 178*	5 618*
912 F2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	298	2 899	4 100	15 907*	116 359*	126 895*
912 F3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgenommen 912 D)	55	387	346	601	4 604*	7 229*
912 F4	Galvanische (auch Trocken-)Elemente, elektr. und galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	—	14	103	935	10 736*	21 434*
912 F5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a)	1	62	15	[6]	[6]	[6]
912 F6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	—	—	2	20	114	193
912 F7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe und Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	1 584	11 484*	14 006*
—	Elektrotechnische Erzeugnisse, unvollständig angemeldet	—	—	—	3	14	13
	Summe von Tarifunterabschnitt 18B: Menge in dz	2 253	16 286	26 008	83 668*	505 033*	662 299*
	Summe von Tarifunterabschnitt 18B: Wert in 1000 RM	*1 580*	*11 900*	*18 356*	*26 918**	*174 644**	*229 603**
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	28	116	106	41	176	9 534
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	2	20	23	45	330	379
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	6	49	56	427	2 783	3990
648 d	Elektroden	106	1 494	1 065	10 822	68 807	92 111
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	—	—	6	1 432*	11 842*	26 425
740 a	Glühlampenkolben	—	9	57	470	3 525	7 456
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	24	39	106	[9]	[9]	[9]
799 c	desgl. aus schmiedbarem Eisen	52	275	342			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	299	2 138	1 527	6 820*	38 746*	68 492
915 b4	Elektrokarren[8]	.	.	.	100	1 936	1 096

Bogen- usw. Lampen (96 780 i. V.), 15,340 Mill Metalldrahtlampen (24,705 i. V.) sowie 0,160 Mill Kohlefaden- usw. Lampen (0,267 i. V.). Als Überschuß des Exports ergeben sich 488 747 dz bzw. 162,744 Mill RM (636 291 dz bzw. 211,247 Mill RM i. V. *fm.*

[1] Quecksilberumformer s. Nr. 912 F 2. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen usw. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Isolationsgegenstände aus Ambroin, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroin, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art (auch Isolationsglocken) aus Steingut oder Porzellan. — [8] Einfuhr unter 915 b (Last-, Liefermotorwagen). — [9] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.

* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Berichtigung.

In dem Bericht „Fortschritte in der Elektrisierung des Haushalts“, ETZ 1932, H. 23, S. 563, Spalte 2, Zeile 28 ... 32 muß es heißen: „Der Stromverbrauch von sogenannten Auslaufspeichern ist etwa 10 bis 15 % höher als der der Überlaufspeicher. Dem geringen Mehrverbrauch stehen aber vor allem bei der Verwendung von Auslaufspeichern in der Küche andere beträchtliche Vorteile gegenüber.“

Abschluß des Heftes: 12. August 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Lichtrelais für Gleich- oder Wechselstrom.

Mitteilung der AEG.

Viele Vorgänge der Praxis lassen sich mengen- oder wertmäßig erfassen, indem sie zur Kontaktgabe geeignet sind und auf diese Weise ein Relais beeinflussen können. In zahlreichen anderen Fällen läßt aber die Natur des Vorganges eine Kontaktbetätigung nicht zu, dagegen ist es oft möglich, ein Relais auf lichtelektrischem Wege zu steuern. Bei diesem Verfahren wird während des Vorganges ein Lichtstrahl freigegeben, unterbrochen oder abgeschwächt und die Änderung der Lichtstärke auf einen elektrischen Stromkreis übertragen, um eine Anzeige- bzw. Signalvorrichtung oder einen anderen elektrischen Apparat zu betätigen. Die vorliegende Aufgabe erfüllt das von der AEG entwickelte Lichtrelais, das in der Hauptsache aus einer Fotozelle, einer Verstärkereinrichtung und einem Quecksilber-Schaltschütz „Cutax" besteht.

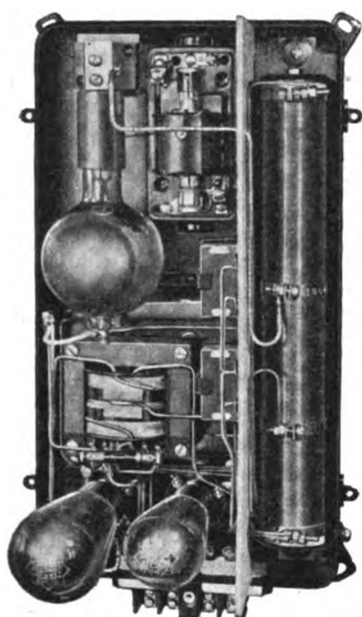


Abb. 1. Innenansicht des Lichtrelais für Wechselstrom.

Die **Fotozelle** (Abb. 1 links oben) dient zur Umwandlung von Strahlungsenergie in elektrische Energie. Im Lichtrelais werden gasgefüllte Zellen verwendet, weil sie bei gleicher Belichtung einen größeren Strom liefern als Vakuumzellen. Durch ein Vorsatzrohr, das gegen störendes Seitenlicht schützt, fällt der Lichtstrahl auf die Zelle. Der entstehende lichtelektrische Strom steuert die in der Abb. 1 links unten sichtbare gewöhnliche **Verstärkerröhre**, deren Anodenstrom groß genug ist, um ein Feinrelais mit geringer Leistungsaufnahme — in Abb. 1 hinter der Fotozelle sichtbar — zu betätigen. Der Kontakt des Feinrelais liegt im Erregerkreis des **Quecksilber-Schaltschützes**. Die Schaltung ist gewöhnlich so ausgeführt, daß sich der Röhrenstromkreis des Schützes schließt, wenn der auf die Fotozelle fallende Lichtstrahl unterbrochen wird. Das **Cutax-Schütz** kann bei rein ohmscher Belastung Leistungen bis zu 1,5 kVA schalten.

Das in Abb. 1 dargestellte Lichtrelais für **Wechselstrom** enthält neben der Verstärkerröhre noch eine Gleichrichterröhre, einen Transformator und einen Spannungsteiler, der die rechte Seite des Gehäuses einnimmt. Der Transformator hat drei getrennte Sekundärwicklungen, von denen zwei zur Erzeugung der Heizspannungen für die Röhren dienen, während der dritten Wicklung die Anodenspannung für die Gleichrichterröhre entnommen wird. Der gleichgerichtete Strom fließt durch den Spannungsteiler, an dem die Saugspannung der Fotozelle sowie die Gittervorspannung und die Anodenspannung der Verstärkerröhre abgegriffen werden. Bei der Ausführung für **Gleichstrom** sind Transformator und Gleichrichterröhre nicht erforderlich und fallen deshalb fort.

Das Lichtrelais wird normal für Anschluß an 110 oder 220 V, 50 Per/s Wechselspannung bzw. 220 V Gleichspannung ausgeführt; auf Wunsch läßt es sich auch für andere Wechselspannungen auslegen. Da der Stromverbrauch gering ist, kann das Relais an jede Steckdose angeschlossen werden. Die Außenansicht, die für beide Typen übereinstimmt, zeigt Abb. 2. Das Relais ist in ein schwarz lackiertes Metallgehäuse eingebaut, dessen Kappe über den Röhren ausgebuchtet und mit Luftschlitzen versehen ist, damit die Röhren besser abkühlen können. Die Hauptabmessungen des Gehäuses sind 200 × 430 × 128 mm, das Vorsatzrohr hat eine Länge von 145 mm und einen Durchmesser von 80 mm. Der Wechselstromtyp wiegt etwa 7 kg, der Gleichstromtyp etwa 5,5 kg.

In den meisten Fällen ist zur Betätigung des Relais eine geeignete **Lichtquelle** erforderlich. Die von der AEG für diesen Zweck geschaffene Lichtquelle, die in einer Ausführung für **Innenräume** und in einer **wettersicheren** Ausführung geliefert wird, kann Entfernungen bis zu 20 m überbrücken, sofern kein Farbfilter vorgeschaltet wird. Sie enthält eine Glühlampe mit punktförmigem Leuchtsystem zur Erzielung eines guten optischen Wirkungsgrades. Dieses System kann aber nur für niedrige Spannungen betriebsicher hergestellt werden. Da sich niedrige Spannungen mit geringen Verlusten lediglich bei Wechselstrom durch Umwandlung gewinnen lassen, wird die Lichtquelle normal für diese Stromart ausgelegt, und zwar für die Nennspannungen 110 und 220 V, 50 Per/s. Der erforderliche kleine Transformator wird mit der Glühlampe in ein Gehäuse eingebaut. Im Bedarfsfalle läßt sich die Lichtquelle auch für andere Wechselspannungen und für niedrige Gleichspannungen (6 bis 8 V, bzw. 12 bis 16 V) ausführen. Ihre Leistungsaufnahme beträgt etwa 35 W. Der wettersichere Typ hat die Hauptabmessungen 384 × 274 × 187 mm und wiegt etwa 5,5 kg, bei der Ausführung für Innenräume sind die entsprechenden Werte 286 × 172 × 176 mm, bzw. 3,6 kg.

Zur Betätigung des AEG-Lichtrelais ist eine Beleuchtungstärke von etwa 30 Lx bei Wechselspannung bzw. etwa 5 Lx bei Gleichspannung auf der Fotozelle notwendig. Das Relais arbeitet störungsfrei, wirtschaftlich und praktisch trägheitslos. Die Betriebsicherheit wird dadurch erzielt, daß alle Elemente reihenmäßig hergestellt werden, so daß für alle Geräte eine gleich gute Ausführung gewährleistet ist.

Das Lichtrelais ist überall verwendbar, wo sich ein Vorgang zur Unterbrechung oder Freigabe eines Lichtstrahles oder zu dessen sicherer Hinleitung auf die Fotozelle ausnutzen läßt. So eignet sich das Relais zur selbsttätigen Beleuchtung von Tunnels bei der Durchfahrt eines Zuges, zur Signalisierung von Fahrzeugen vor einem Tor oder einer Einfahrt, zur selbsttätigen Türöffnung bei der Annäherung von Personen, zur Stillsetzung von Maschinen, wenn Menschen in gefährliche Nähe kommen, zur Diebessicherung und vielen ähnlichen Zwecken. Ferner wird es zusammen mit dem **AEG-Schnellzählrelais** in einer **Zähleinrichtung** verwendet, mit der bis zu 20 Zählungen je Sekunde durchgeführt werden können. Bekannt ist auch eine Anordnung für Schaufenster-Reklamebeleuchtung, die in folgender Weise arbeitet: Eine meistens innerhalb des Fensters aufgebaute Lichtquelle schickt einen Lichtstrahl auf die Straße, der von einem dort aufgehängten Spiegel auf ein Lichtrelais im Schaufenster geworfen wird. Die Fensterbeleuchtung schaltet sich so lange ein, wie eine Person beim Vorübergehen den Lichtstrahl unterbricht. Neben der starken Werbewirkung wird durch diese Anordnung eine wesentliche Ersparnis an Beleuchtungskosten erzielt.

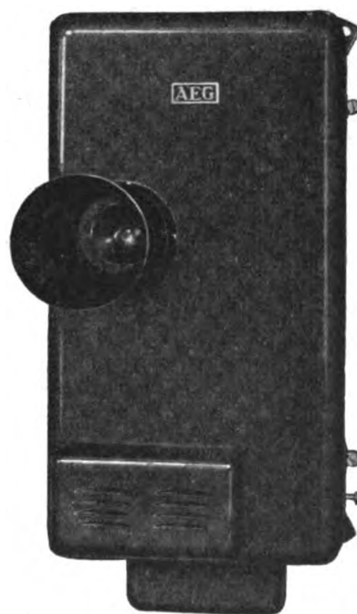


Abb. 2. Außenansicht des Lichtrelais.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 25. August 1932 | Heft 34

Falsche Propheten.

Von Dr.-Ing. G. Siegel, Berlin.

Übersicht. Infolge der Weltkrise tauchen allenthalben Vorschläge zur Verbesserung der bestehenden und künftigen Elektrizitätswirtschaft auf. Zwei solcher Veröffentlichungen, von denen die eine den Ausbau aller Kleinkräfte und die Umwandlung der überschüssigen Energie in Wasserstoff und Sauerstoff, die andere den internationalen Großausbau der europäischen Elektrizitätswirtschaft und die Einführung einer auf die Energielieferung gegründeten Währung fordert, werden unter Anführung zahlreicher Originalstellen eingehend besprochen. Es wird auf die große Gefahr hingewiesen, die in der Veröffentlichung und Verfechtung solcher Utopien liegt.

Wie immer in Zeiten großer Not, fehlt es auch heute nicht an Weltverbesserern und Kündern goldener Zeiten. Während es aber früher die Propheten auf den sündigen Lebenswandel der Menschheit abgesehen hatten, beschäftigen sich die modernen Vertreter dieses Berufszweiges vornehmlich mit der Politik, mit der Währung und mit der Wirtschaft, und da es keinen Zweig der Wirtschaft gibt, der so eng mit dem Leben jedes Einzelnen verknüpft ist wie das Elektrizitätswesen, spielt die Elektrizitätsversorgung in den Werken der modernen Propheten eine hervorragende Rolle. Wenn hier zu dieser Zeiterscheinung Stellung genommen wird, so kann dies nur im Rahmen fachlicher Betrachtung geschehen; politische und philosophische Reflexionen müssen ausscheiden; fernerliegende wirtschaftliche Probleme können nur gestreift werden. Mit dieser Einschränkung muß auf zwei Veröffentlichungen eingegangen werden, die der künftigen Entwicklung der Elektrizitätsversorgung ganz bestimmte Bahnen weisen wollen, u. zw. — um dies vorweg zu nehmen — in entgegengesetzter Richtung. Es handelt sich um die Schriften: „Technik und Wirtschaft im Dritten Reich" von Dr.-Ing. Franz Lawaczek[1] und „Auferstehung der europäischen Wirtschaft" von Dipl.-Ing. Siegmund Stark[2].

So verschieden die beiden Arbeiten in Anlage und Ziel sind, so sehen doch beide in einer bestimmten Gestaltung der Elektrizitätswirtschaft das geeignete Mittel, die Weltkrise zu beendigen und gehen hierbei übereinstimmend von zwei grundsätzlichen Voraussetzungen aus. Einmal messen sie der Energie eine überragende Bedeutung für das gesamte Wirtschaftsleben bei. So sagt Lawaczek:

> „Die volkswirtschaftlich wichtigste Aufgabe ist die Stillung des Energiehungers."

Stark überschreibt gar ein ganzes Kapitel: „Die Energiequellen der Erde als wichtigste Erzeugungsfaktoren unseres Wirtschaftslebens" und behauptet an anderer Stelle, daß

> „die in Riesendimensionen anwachsende Energieerzeugung die wichtigste aller wirtschaftlichen Produktionszweige sei, so daß die billige Produktion der Energie die erste Grundbedingung zur Genesung unseres Wirtschaftslebens ist".

Es bedarf hier wohl nicht des Hinweises, daß sich jeder Sachkundige der wirtschaftlichen und kulturellen Bedeutung der Energieversorgung durchaus bewußt ist. Gerade deshalb aber muß vor einer Überschätzung gewarnt werden, weil bei dieser Mentalität wirtschaftliche Fehlgriffe zum Schaden des Volksganzen nicht zu vermeiden sind. Schon die unfruchtbare und unerfreuliche Debatte über die Strompreise in den vergangenen Monaten — hervorgerufen durch ihre unberechtigte Überschätzung seitens der Verbraucher — sollte zur Vorsicht mahnen. Es geht nicht an, die Verhältnisse so darzustellen, wie es beide Autoren tun, als ob der Wiederaufbau der deutschen und europäischen Wirtschaft einzig und allein von einer Neugestaltung der Energieversorgung abhänge und als ob die Kosten der Energiebeschaffung hierbei eine ausschlaggebende Rolle spielen. Der jährliche Gesamtertrag der deutschen Volkswirtschaft (landwirtschaftliche und industrielle Produktion, Verkehrseinnahmen, Grundstücksmieten und -pachten, Einkommen der freien Berufe, Handels-, Zins- und Renteneinkommen) betrug im Jahre 1930 etwa 210 Mrd RM. Sämtliche Ausgaben für Wärme und Energie erreichen im höchsten Falle den Betrag von etwa 6 Mrd RM oder etwa 3 % des gesamten deutschen Arbeitsertrages. Selbst also, wenn die Energie für Licht, Kraft und Wärme völlig kostenlos zur Verfügung stünde, könnte damit die Produktion im ganzen nicht wesentlich beeinflußt werden. Von viel größerer Bedeutung sind die Arbeitslöhne und die Zinsen, und es ist daher viel eher verständlich, wenn die beiden Weltverbesserer nachweisen wollen, wie die Wirtschaft verbilligt und belebt werden könnte, wenn der Zins beseitigt würde

In der Tat stimmen die beiden Autoren — und dies ist die zweite grundsätzliche Voraussetzung ihrer Arbeiten — in dieser Forderung überein. Allerdings geht aus ihren Ausführungen nicht hervor, ob sie die völlige oder fast völlige Beseitigung des Zinses nur für die zukünftige Wirtschaft verlangen, oder sie auch auf die Vergangenheit erstrecken wollen. Die Abschaffung des Zinses ist für alle Wirtschaftseleven eine wundervolle Eselsbrücke. Daß man damit auf dem Papier mit einem Federstrich fast alle wirtschaftlichen Schwierigkeiten beseitigen kann, sehen selbst die ABC-Schützen der Wirtschaftswissenschaft. Es kann hier nicht der Ort sein, sich über dieses weittragende Problem zu verbreiten; nur so viel muß festgestellt werden, daß der Zins keine Erfindung des Kapitalismus ist. Eine Geldwirtschaft ist ohne Zins nicht durchführbar. Auch das Wesen der Überschußwirtschaft — und der Begriff „Wirtschaft" schließt das Erarbeiten eines Überschusses ein — würde bei der Abschaffung des Zinses beseitigt werden. Diese Maßnahme würde entweder zu einer völligen Reglementierung der Produktion oder zu einer solchen Überproduktion führen, daß aufs neue große Teile der deutschen Wirtschaft dem Untergang verfallen müßten.

Trotz dieser Übereinstimmung in ihren Voraussetzungen und Forderungen suchen die beiden Autoren ihr Ziel — den Wiederaufbau der Wirtschaft — auf verschiedenem Wege zu erreichen. Lawaczek ist Romantiker und lobt die gute alte Zeit:

> „Im Anfang entstanden überall die kleinen Gemeinde-Elektrizitätswerke. Die Stromerzeugung schien teuer, der Kohlenverbrauch, die Kilowattstunde war teuer . . . Da kam das Kapital und zeigte, wieviel die Gemeinden an Löhnen und Gehältern sparen würden, wenn sie den Strom aus einem Großkraftwerk bezögen . . . Man verschwieg, man wußte es vielleicht damals nicht, daß der Transport des Stromes im Durchschnitt sehr viel mehr Kosten verursacht als die Erzeu-

[1] Technik und Wirtschaft im Dritten Reich. Ein Arbeitsbeschaffungsprogramm von Dr.-Ing. Franz Lawaczek, Heft 38, Herausgeber Gottfried Feder, Verlag Franz Eher Nachflg., München.

[2] Auferstehung der europäischen Wirtschaft, von Dipl.-Ing. Siegmund Stark, Direktor der VSE in Presov, mit einem Vorwort von Dr. Friedr. Niethammer, Professor der Deutschen technischen Hochschule in Prag, Verlag Buchdruckerei Pallas, Presov (Slowakei) 1932.

gung. Aber das verschlug der kapitalistischen Denkweise nichts, denn die erhöhten Verteilungskosten bekam man mit Sicherheit herein, wenn einmal die Gemeinden an das Überlandwerk angeschlossen waren und das Wegerecht für die Stromleitung auf Jahrzehnte dem Eigentümer der Leitung überantwortet war. Mit der Überlassung des Wegerechts wurde die Stromleitung absolutes Monopol. Die Folge: Der Strom wurde trotz verbilligter Erzeugung für den Verbraucher nicht billiger, sondern teurer. Der erhöhte Gewinn fließt dem Kapital zu, und die Anzahl der Menschen, die bei der Stromerzeugung ihre Arbeit und ihr Brot finden können, ist außerordentlich verkleinert."

An anderer Stelle heißt es:

„Die Überlandzentrale hat dem Kleinverbraucher den Strom ungeheuer verteuert! Die anstattdessen möglich gewesene Stromversorgung des Landes mit kleinen selbständigen Gemeindewerken wäre ganz außerordentlich viel billiger gewesen und hätte zudem in den Leitern dieser Kleinwerke einen neuen gebildeten Stand hervorgerufen."

und

„Deshalb war es volkswirtschaftlich ein Mißgriff, daß man daranging, die Entwicklung, die so schön (!) mit den kleinen Werken eingesetzt hatte, die alle Gemeinden zu bauen begannen, künstlich abzustoppen und die Überlandwerke zu errichten."

Es erübrigt sich an dieser Stelle, die Unrichtigkeit aller dieser Behauptungen nachzuweisen. Der fachkundige und objektive Beurteiler weiß, daß im wesentlichen das Gegenteil richtig ist.

Auf diesen falschen Anschauungen fußend, stellt Lawaczek fest, daß

„die Wärmeversorgung im Haus durch Strom hoffnungslos durch das kapitalistische System verbaut sei. Aber da der Kochstrom eine ganz spezifische Spitzenlast darstelle, müsse mit einer ganz tollen Spitzensteigerung gerechnet werden."

Durch diese Behauptung zeigt Lawaczek, daß er keine Ahnung von den tatsächlichen Verhältnissen hat. Er errechnet, daß allein für Kochen und Heizen je Kopf der Bevölkerung 6000 kWh je Jahr verbraucht würden, daß demnach der Energiebedarf in Deutschland rd. 400 Mrd kWh je Jahr betrage, wobei der Bedarf der Industrie, der Wärmebedarf der Hochöfen und Lokomotiven nicht mitgerechnet ist. Daß diese Annahme unsinnig ist, ergibt sich schon daraus, daß, wenn man den gesamten Brennstoffverbrauch Deutschlands für Haushaltzwecke unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades auf elektrische Arbeit umrechnet, sich im höchsten Falle je Kopf ein Verbrauch von etwa 3000 kWh ergeben würde. An einer anderen Stelle erklärt er, der Bedarf an Wärme für das Kochen insgesamt sei, nach dem Gasverbrauch in den Städten zu urteilen, etwa 2500 kWh pro Kopf und Jahr. Wir wissen heute auf Grund eingehender gewissenhafter Untersuchungen[3], daß selbst unter Berücksichtigung des Heißwasserbedarfs etwa 1/3 bis 2/5 dieser Summe, je nach der Kopfzahl des Haushaltes, in Frage kommt. Herr Lawaczek legt auch seine phantastischen Ziffern den weiteren Projekten nicht zugrunde. Er sagt vielmehr, ohne weitere Begründung, daß der Verbrauch an Strom von den 18 Mrd kWh, die heute im Jahre abgesetzt werden, auf 36 Mrd kWh einschließlich der Verluste in die Höhe gehen könne. Von diesen 36 Mrd kWh sollen die bestehenden Kraftwerke unter Verbesserung des Ausnutzungsfaktors 32 Mrd kWh absetzen, die restlichen 5 Mrd (nach seiner Rechnung sind es aber nur 4 Mrd) müssen als „Supra-Spitzenstrom" geliefert werden, dessen Inanspruchnahme sich auf 500 h im Jahre beschränken würde, so daß 10 Mill kW noch gebaut werden könnten. Wie man sieht, eine höchst einfache und glatte Rechnung! Lawaczek fügt hinzu, daß ein solcher Auftrag genügend groß wäre, um unsere gesamte Industrie mit einem Schlag wieder zu beleben. Dieser Supra-Spitzenstrom dürfe nicht mehr als 5 Pf/kWh kosten.

„Rechnet man mit festen Kosten wie früher mit 10 % der Anlagekosten, wobei im Dritten Reich die Zinsen verschwinden, die Amortisationsquote aber entsprechend erhöht wird, so gingen 2500 Pf/kW und Jahr ein."

Daher dürfe das kW nicht mehr als 200 RM kosten.

„Sehr ernst durchgearbeitete Berechnungen zeigen, daß es durchaus möglich ist, die Wasserkräfte der größeren Flüsse in Bayern im Unterlauf mit einem Kostenaufwand im Durchschnitt von nur etwa 200 RM/kW auszubauen,"

u. zw. soll hierbei der sog. Staffelflußausbau verwendet werden, bei dem zahlreiche kleinere Werke in Staumauern in die Flüsse selbst eingebaut werden.

Scheinbar will Lawaczek die ganzen 10 Mill kW auf diese Weise durch Wasserkräfte beschaffen. Da der hieraus gewonnene Supra-Spitzenstrom aber nur 500 h im Jahre gebraucht und bezahlt wird,

„so kostet der darüber hinaus anfallende Strom, der je nach der Wasserführung 5000 ... 7000 kWh je kW und Jahr betragen kann, nichts mehr." „Bedenkt man, daß in der Wildnis oder an der Grenze der Zivilisation noch Großwasserkräfte für chemische Zwecke ausgebaut worden sind, wenn die Kilowattstunde etwa auf ½ Pf sich stellte, kann man ermessen, was es bedeutet, wenn wir überall mitten in Deutschland ungeheure Stromquellen haben, ohne daß der Strom auch nur etwas kostet."

Für den Absatz dieses Überschußstromes sorgt Lawaczek in der einfachsten Weise: mittels Druckelektrolyse wird Wasserstoff und Sauerstoff erzeugt, die Elektrolyseure werden durch Stahlmäntel abgeschlossen, so daß man eine kostenlose Kompression hat.

Der Wasserstoff soll in besonderen Druckleitungen dem Verbraucher zugeführt werden und soll Verwendung finden zum Schweißen und Schneiden in der Industrie, zur gesamten Wärmeversorgung des Haushaltes, zur Erzeugung von künstlichem Dünger, u. zw. im Kleinbetrieb (!), zur Herstellung von flüssigem Brennstoff aus Kohle, zur Umwandlung von Holzkohle in Benzol, zur Veredelung von Torf und anderem minderwertigen Brennstoff, zur Heizung von Lokomotivkesseln, zur Reduktion von Erzen und weiteres mehr. Auch das Verwendungsfeld für den Sauerstoff ist nach Ansicht von Lawaczek kaum geringer, schon heute würde man den Müll der Städte verbrennen und daraus Zusatzstrom und wieder Sauerstoff und Wasserstoff gewinnen können.

Die Durchführung seiner Pläne denkt sich Lawaczek in drei Stufen. Die erste Stufe ist der Ausbau von 8 ... 10 Mill kW, die

„als Reserven für die Winterspitze für eine geordnete ausreichende billige Stromversorgung durchaus nötig sind",

die zweite Stufe ist die Herstellung der zur Ausnutzung des Überschußstromes nötigen Apparate, insbesondere der Wasserstofferzeuger und der Apparate für die Verwendung des Wasserstoffes und des Sauerstoffes. Daß nach diesem Plan bis zur dritten Stufe die ausgebauten Kräfte zum Teil brach liegen müssen, wie es sich vielfach in Rußland ereignet hat, stört den Verfasser nicht.

„Diese Stufe führt dem Handwerk, den Ofensetzern, den Schlossern, den Schmieden usw. große Arbeit zu und leitet schon einen großen Teil der Arbeiter, die beim Bau der neuen Elektrizitätswerke mitgeholfen haben und nach Fertigstellung sonst brotlos würden, in die neu entstehenden, mit der Wasserstoff- und Sauerstoffverwertung verbundenen neuen Berufe über, die den meisten eine selbständige Stellung bieten können."

An die unzähligen Unglücksfälle, die bei einer solchen Arbeitsanordnung eintreten müssen, scheint der Autor nicht zu denken. Er verlangt, daß in der dritten Stufe weiter etwa 100 ... 150 Mill kW ausgebaut werden müssen,

„um die Haushaltungen und die Kleinindustrie vollständig vom veralteten Kohlenbetrieb entlasten zu können".

Ist es für die Leser dieser Zeitschrift notwendig, die Ausführungen und Vorschläge des Verfassers als uferlose Utopien und krassen Dilettantismus noch näher zu kennzeichnen? Wozu die Einrichtung von 8 ... 10 Mill kW für die Kochstromspitze, wenn das häusliche Kochen mit Hilfe von Wasserstoff erfolgen soll? Ist es erforderlich nachzuweisen, daß die Neuerrichtung von 8 ... 10 Mill kW zu einem Preise von 200 RM je kW unmöglich ist und daß sie, selbst wenn sie durchführbar wäre, eine Vergeudung von Arbeitskraft und Material darstellen würde, wie sie die Wirtschaftsgeschichte noch nie erlebt hat; daß angesichts des stark geschrumpften Produktionsapparats die vorhandenen Werke auch beim Aufleben der Wirtschaft zunächst ausreichend sind? Wenn die an und für sich richtige Idee der Wasserstofferzeugung und -verwendung, die keineswegs von Herrn Lawaczek stammt, einmal betriebsreif werden sollte, reichen die vorhandenen Überschußkräfte vorläufig aus, um den größten Teil der deutschen Haushaltungen mit Wasserstoff für die Heizung zu versorgen. Bis es aber so weit ist, bedarf es noch un-

[3] Siehe Mörtzsch, Elektrisches Kochen. Verlag Springer Berlin 1932

endlicher mühevoller und eindringlicher Arbeit, die in der verlästerten kapitalistischen Wirtschaft heute mit mehr Hingabe und größerem Verantwortungsbewußtsein geleistet wird, als sie Lawaczek in seiner Utopie offenbart.

Ganz anders geartet als die Pläne von Lawaczek sind die Vorschläge von Stark. Wie schon aus dem Titel „Auferstehung der europäischen Wirtschaft"[4] ersichtlich, beschränkt sich Stark nicht auf ein einzelnes Land, er möchte vielmehr gleich ganz Europa (mit Ausnahme von Rußland) die Rettung bringen. Sein letztes Ziel ist nicht unmittelbar die Hebung der Energiewirtschaft, sondern die Versöhnung der Völker Europas durch die elektrische Verbundwirtschaft und als erste Stufe hierzu die Einführung einer neuen, auf der Energiewirtschaft basierenden europäischen Währung. (Das Buch ist dem Direktor des internationalen Arbeitsamtes in Genf, Herrn Albert Thomas, gewidmet.) Ausgangspunkt seiner Darlegungen ist, wie bei Lawaczek, die Sozialpolitik. Es genügt, die Kapitelüberschriften anzuführen und ihren Inhalt kurz zu kennzeichnen. Die erste lautet: „Kapitalismus oder Kommunismus?" Die ganze Verschwommenheit der Anschauungen des Autors geht aus den Schlußfolgerungen dieses Kapitels hervor, wenn er anführt:

„Nur jene Wirtschaftsordnung hat Daseinsberechtigung, welche jedem Menschen die Möglichkeit bietet, wirtschaftlich zur Geltung zu kommen und welche dem Individuum eine Vermögensanschaffung nur so weit gestattet, als zur Befriedigung seiner Ansprüche und der seiner Familie notwendig und hinreichend ist."

Der Autor vergißt nur anzugeben, wer über die Berechtigung und das Ausmaß dieser Ansprüche entscheiden soll. In einem zweiten Kapitel: „Das Kapital als profiterzeugender Faktor" wird die „Götterdämmerung des Profits" vorausgesagt. Weiterhin wird über den „Kredit als bewegender Faktor der kapitalistischen Wirtschaft" unter Verwechslung von Ursache und Wirkung gesprochen und die zum Überdruß behandelte Frage aufgeworfen, ob „die Goldvaluta das wirtschaftliche Gleichgewicht Europas retten kann". Dieser Abschnitt, der nach alten Vorbildern an Stelle des Goldes die Arbeit als Wertmesser aller Produktion stipulieren will, schließt mit den dithyrambischen Worten, die dem Leser dieser Zeitschrift nicht vorenthalten werden dürfen:

„Das Gold, das erhaltende und belebende Element der kapitalistischen Wirtschaftsordnung muß vorher zunichte werden, damit die weltbewegende Energie und Arbeit zur Herrschaft gelangen können. Der Goldmammon muß verschwinden, damit die ewige Energie, die schaffende Kraft alles Lebens, aller Verjüngung, eine neue Welt: die Welt der schöpferischen Arbeit hervorbringe."

So wird dann im nächsten Kapitel behauptet, daß die Energiequellen der Erde als wichtigste Erzeugungsfaktoren unseres Wirtschaftslebens gewertet werden müssen. Wenn dabei ausgeführt wird, daß

„die elektrische Energie unsere Fabrikation vollkommener, unsere Lebensweise bequemer, unsere Wohnungen hygienischer, unser irdisches Dasein angenehmer und unser Seelenleben erhabener gestaltet hat",

so kann doch die bisherige Gesellschaftsordnung, die alles dies geleistet hat, nicht so verwerflich sein, wie sie im Vorhergehenden dargestellt wird. Im übrigen enthält dieser Abschnitt verschiedene, anderen Quellen entnommene Zusammenstellungen über die Energievorräte und die Elektrizitätserzeugung der Welt, die für das Jahr 1930 auf etwa 300 Mrd kWh beziffert wird. Hierbei wird der Anlagewert der deutschen Kraftwerke ausschließlich der Leitungsnetze fälschlich mit ungefähr 10 Mrd RM angegeben; dieser Wert umfaßt vielmehr auch die Leitungsnetze. Das in den öffentlichen elektrischen Anlagen von ganz Europa investierte Kapital wird auf 50 Mrd RM geschätzt; auch dieser Wert scheint bei flüchtiger Prüfung zu hoch gegriffen, es dürfte hierin auch der Wert der Eigenanlagen enthalten sein. Der Verfasser versucht dann, die für ganz Europa nötigen Energiemengen zu errechnen. Es ist an diesem Ort unmöglich, die zahlreichen Ziffern anzuführen und auf die verschiedenen Irrtümer und Flüchtigkeiten hinzuweisen. Es genügt zu erwähnen, daß nach Annahme des Verfassers im Laufe von 5 Jahren von 100 Mill Haushaltungen 75 Mill für elektrische Beleuchtung und zum mindesten 25 Mill für elektrisches Kochen eingerichtet sein werden. Weiterhin wird der Versuch gemacht, den zukünftigen Verbrauch im Haushalt, bei der Industrie, im Bergbau (weshalb rechnet der Verfasser das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk zu den Kohlenbergwerken?), in den Eisen- und Metallhüttenwerken, in der elektrochemischen und elektrothermischen Industrie, in der Landwirtschaft, bei den Eisenbahnen, beim Schwachstrom und bei der Ausbeutung von Wäldern einzeln zu berechnen. Das Ergebnis ist ein Jahresverbrauch von 225 Mrd kWh, d. h. umgerechnet auf den Kopf der Gesamtbevölkerung Europas, ohne Rußland (412 Mill), 550 kWh. Eine solche Ziffer ist an und für sich nicht unerreichbar, allerdings nicht im Laufe von 5 Jahren und nicht bei der völligen Verarmung Europas, infolge deren es einem Großteil der Haushaltungen vorläufig unmöglich sein wird, das Kapital für die nötigen Inneneinrichtungen aufzubringen. Der Verfasser untersucht dann die in Europa zur Verfügung stehenden Energiequellen und die Möglichkeit ihrer Übertragung, wobei er sich auf die bekannten Ausführungen von Oliven[5] und Gosebruch[6] stützt. Er bemüht sich dann, einen Voranschlag für die Ausführung seines Planes aufzustellen, demzufolge kalorische Kraftwerke mit einer Leistung von 15 Mill kW 4,2 Mrd und hydraulische Kraftwerke mit 10 Mill kW 3,88 Mrd RM, also im ersten Fall 280 RM pro kW, im zweiten Fall rd. 390 RM pro kW kosten sollen. Diese Summen sind mit Rücksicht darauf, daß die Kraftwerke vielfach in entlegenen Gegenden gebaut werden müssen, daß bei den Dampfkraftwerken alle Transporteinrichtungen für die Kohle aus der Grube in die Kesselhäuser, die Mahl- und Bunkereinrichtungen usw., daß ferner bei hydraulischen Kraftanlagen auch natürliche oder künstliche Speicherwerke, Pumpanlagen usw. enthalten sein sollen, viel zu niedrig geschätzt, ebenso wie die Hochspannungs-Verteilungsnetze der einzelnen Länder für 220 ... 55 kV mit 30 000 RM je km und die primären Anschluß- und sekundären Verteilungsnetze einschließlich Transformatorenstationen und Meßapparaten mit 4000 RM. Die Gesamtkosten müssen daher mindestens mit 50 Mrd RM, nicht Schweizer Franken, angesetzt werden. Diese Summe aufzubringen, soll der Privatwirtschaft in Gemeinschaft mit der Staatshoheit überlassen werden, der auch das Recht eingeräumt werden soll, den Betrieb unökonomisch arbeitender Kraftmaschinen zu verbieten.

„Diese Ausgestaltung kann auf kapitalistischer Grundlage nicht vor sich gehen, denn diese hat eine große und durchgreifende Evolution zur Folge, welche zuweilen ohne Erbarmen über alle Privatinteressen hinweggeht, um allgemeine höhere Interessen zu befriedigen und öffentliche Bedürfnisse vollkommen zu bestreiten... In den heiligen Hainen des Kapitalismus muß sich erst eine neue Mentalität entwickeln, die Menschen müssen sich eine neue Ideologie zurechtlegen, damit der Begriff des gemeinnützigen Gutes in die materialistisch eingestellten Menschen vollkommen inner viert werde."

Abgesehen davon, daß es sich bei diesen Argumenten um Volksversammlungsphrasen handelt, ist das System, das zur Lösung vorgeschlagen wird, doch wieder kapitalistischer Art, nur daß, um überhaupt eine wirtschaftliche Möglichkeit für die Ausführung zu schaffen, der Welt zugemutet wird, diese Riesenkapitalien praktisch zinslos zur Verfügung zu stellen. Es wird vorgeschlagen, ein „Europäisches gemeinnütziges Energiesyndikat" beim Völkerbund zu errichten, das sich auf einzelne Staatssyndikate stützt. Letztere werden nach englischen Vorbildern von den Arbeitsministerien gegründet, unter Beiziehung der Eisenbahn-, Handels-, Post und Telegraphenministerien, der privaten Eisenbahnverwaltungen, der Kohlenbergwerk- und Großindustrie-Unternehmungen, der elektrischen Großbetriebe, der Radiounternehmungen, sämtlicher Wirtschaftsorganisationen, welche Großabnehmer der elektrischen Energie sind, und der Vertreter der schon bestehenden Gemeindeelektrizitätswerke. Das Landessyndikat, das der Verfasser als eine „altruistische Gemeinschaft" bezeichnet (man denkt dabei unwillkürlich an die Heilsarmee), hat mit den Gebietsinteressenten langfristige Verträge über die erforderliche Stromabnahme abzuschließen und den Kapitalbedarf des Landes einschließlich der Investitionskredite für die energieverteilenden Unternehmer und die Großkonsumenten festzustellen. Das von den Landessyndikaten gebildete europäische Energiesyndikat nimmt zur Energieversorgung Europas Anleihen auf. Für deren Sicherheit dienen die gesamten Stromlieferungsverträge, ferner die von den Notenbanken der einzelnen Staaten übernommene Haftung hinsichtlich der Rückzahlung der den Landessyndikaten eingeräumten Kredite.

Dieses so gesicherte Syndikat gründet eine selbständige internationale Bank zur Beschaffung des notwendigen Investitionskredites oder überträgt diese Aufgabe der B. I. Z. Aber da schließlich alle diese Organisationen vom Altruismus allein nicht leben können, wird der Nachweis einer —

[4] ETZ 1932, S. 687.

[5] ETZ 1930, S. 986.

[6] ETZ 1931, S. 689 u. folg.

selbstverständlich altruistischen — Rentabilität des Unternehmens versucht, d. h. es soll erreicht werden, daß einschließlich einer einprozentigen Verzinsung der Anleihekapitalien eine jährliche Tilgungsannuität von rd. 4,5 % erwirtschaftet wird. Dabei werden die Einnahmen für den Verkauf von 225 Mrd kWh auf 20 ... 25 Mrd sfrs geschätzt, u. zw. in Anlehnung an belgische Angaben, die die jetzigen Einnahmen der europäischen Elektrizitätswerke bei einer Abgabe von 120 Mrd kWh auf 10 ... 12 Mrd sfrs. bemessen, d. h. auf eine durchschnittliche Einnahme von 10 ... 12 c/kWh; trotz Erhöhung des Absatzes auf fast das Doppelte (von 120 auf 225 Mrd) rechnet der Verfasser also beinahe mit der gleichen Einnahme pro kWh, nämlich mit 9,5 ... 11,25 c. Angesichts der ungefähren Verdoppelung des Konsums eine unmögliche Voraussetzung. Die weiteren Angaben des Verfassers über die Rentabilität verdienen wörtlich wiedergegeben zu werden:

„Bei richtiger und bescheiden gehaltener Rentabilitätsberechnung, unter Berücksichtigung sämtlicher Betriebs-, Administrations-, Instandhaltungs-, Abschreibungs- und Abgabenspesen bzw. nach Abzug dieser vom erwähnten Bruttoertrag, verbleibt zur Deckung der Kapitalspesen ein Rest von 2,0 ... 2,4 Mrd sfrs, was einer Verzinsung von 4 ... 5 % des investierten Kapitals (50 Mrd sfrs) entspricht. Diese Verzinsung enthält bloß die Kapitalkosten der neuen Investitionen, während die Kapitallasten der bereits bestehenden alten Investierungen in den in Abzug gebrachten Abschreibungskosten inbegriffen sind."

Das ist die Ertragsberechnung für ein Projekt im Umfang von 50 Mrd sfrs. Sie steht in einem bemerkenswerten Gegensatz zu den ausführlichen Berechnungen über die Kohlenvorräte, die Wasserkraftvorkommen und den mutmaßlichen Strombedarf, alles Zahlen, die allerdings leichter aus allerlei Statistiken abgeschrieben werden können, während zu einer Ertragsberechnung, wie sie das vorliegende Projekt verlangen würde, doch mehr Überlegung und vor allem mehr Verantwortungsbewußtsein erforderlich wäre.

Doch auf den Ertrag kommt es dem Verfasser gar nicht an. Wesentlich ist ihm vielmehr, daß die Internationale Bank, die die Kredite für den Aufbau des Unternehmens geben soll, eine neue internationale Valuta einführt, die durch die Garantien der Notenbanken der einzelnen Länder sowie durch die Verträge und Zessionen „eine die Goldvaluta übertreffende, wenigstens 100prozentige Deckung" erhält.

„Diese neue internationale Valuta kann, weil sie aus der rationellen Energieerzeugung der Elektrifizierung Europas entspringt, richtig Energie-Ergon-, oder kurz Erg-Valuta (1 Ergon = 1 sfrs) genannt werden, denn (!) jede verbrauchte Kilowattstunde festigt diese Valuta um 1 c."

Der Umlauf der neuen Währung soll sich auf 50 Mrd sfrs belaufen. Da günstigstenfalls durch die Verträge 20 bis 25 Mrd sfrs gedeckt werden könnten, müßten die Notenbanken eine Garantie fast in der Höhe ihres jetzigen Goldvorrates übernehmen, dann aber würden die nationalen Währungen gänzlich ungedeckt sein. Wiederum eine unmögliche Voraussetzung. Aber der Verfasser rechnet überhaupt mit der Abschaffung der Goldwährung; an einer anderen Stelle sagt er wörtlich:

„Es ist anzunehmen, daß mit dem weiteren Fortschritt der Elektrochemie Mittel und Wege gefunden werden, künstliches Gold zu erzeugen, oder daß die Elektrotechnik über kurz oder lang einen Zündstrahl entdecken wird, der durch alle Panzerplatten hindurchdringt und das in den Tresoren aufgestapelte Gold nicht nur zum Schmelzen bringt, sondern es sogar in einen gasartigen Stoff oder in wertloses Blei verwandelt."

Aber auch selbst mit teilweiser Golddeckung kann von einem stabilen Wert der vorgeschlagenen Währung nicht gesprochen werden. Denn, wie der Verfasser aus seiner eigenen Tätigkeit wissen könnte, ist es unter den heutigen Umständen gänzlich unmöglich, Verträge über einen Absatz von 225 Mrd kWh auf die Dauer von 25 Jahren abzuschließen; und ferner geht trotz aller Verträge der Gegenwert der verkauften Kilowattstunde dauernd zurück. Die Kilowattstunde selbst aber, ohne Rücksicht auf ihren Tauschwert, zur Grundlage der Währung zu machen, ist schon deshalb unmöglich, weil, wie eingangs nachgewiesen, der Anteil der Energie in Form von Licht, Kraft und Wärme an der Gesamtproduktion ein außerordentlich geringer ist. Dennoch scheint der Verfasser die Kaufkraft der neuen Währung ungeheuerlich zu überschätzen, wenn er an einer anderen Stelle mit einem Durchschnittslohn von 1000 sfrs pro Arbeiter und Jahr rechnet, und damit nachweisen will, daß die Durchführung des Gesamtunternehmens mindestens 4 Mill Arbeitern auf 5 Jahre eine ständige Beschäftigung ermöglichen werde.

Es ist aus Raummangel unmöglich, weitere Einzelheiten anzuführen. Das Gesagte dürfte genügen, um die uferlose Phantasie und den volkswirtschaftlichen Dilettantismus des Verfassers nachzuweisen. Dieses, im schlechtesten Deutsch abgefaßte und mit Druckfehlern übersäte Buch, das ursprünglich in ungarischer Sprache erschienen ist, wurde auch dem Völkerbund mit einem Memorandum vorgelegt.

Die beiden besprochenen Veröffentlichungen bilden eine ausgezeichnete Illustration zu einigen Äußerungen von Prof. Geldmacher, Köln[7], in seinem einführenden Vortrag bei der kürzlichen Tagung des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit: „Es zeigt sich", sagt er, „daß auf keinem Gebiet menschlicher Betätigung so bedenkenlos experimentiert und dilettiert werden kann wie auf wirtschaftspolitischem; es zeigt sich, daß es um die allgemeine Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten wirtschaftlichen Lebens recht schlecht bestellt ist." Die Beschäftigung mit derartigen literarischen Erzeugnissen bedeutet für jeden ernsthaften Arbeiter eine Zeitverschwendung. In normalen Zeiten würde man darüber hinweggehen und sie bestenfalls als gutgemeinte Utopien lächelnd beiseite legen. Heute aber, wo die Not der Völker aufs höchste gestiegen ist, folgt die Menge jedem, der mit großen Worten viel verspricht, und überhört die Stimme der Vernunft. So wird die geräuschlose Arbeit der Verantwortungsbewußten gestört oder gar zunichte gemacht. Deshalb war es nötig, gegen solche Zeiterscheinungen Stellung zu nehmen. Wenn überhaupt etwas hiermit versöhnen kann, so ist es die Erkenntnis, mit der Lawaczek seine Arbeit beschließt; sie lautet wörtlich:

„Einfach ist das Göttliche, aber der Menschen Hirn ist kraus und verschroben seine Gedanken — wie die Mäusegänge im Felde, die zutage treten, wenn der Schnee schmilzt."

[7] RKW-Veröffentlichungen Nr. 80, S. 9.

Elektrische Uhren.

St. F. Philpott[1] gibt eine knappe Übersicht über die in England heute hauptsächlich bekannten Typen elektrischer Uhren[2], folgendermaßen gruppiert: Anlagen mit sympathischen Uhren, Uhren mit elektromagnetischem Pendelantrieb, Synchronuhren, Selbstaufzuguhren[3] und synchronisierte Uhren. Die infolge der Raumbeschränkung etwas unvollständige Zusammenstellung geht leider in ihrer Systematik kaum über die rein äußerliche Unterscheidung nach dem Antriebsystem der einzelnen Typen hinaus. Die nur spärliche Kritik läßt vor allem die Probleme des wiederverkaufenden Handels und des Gebrauches meist unberücksichtigt.

Zwei Feststellungen lassen aber die Arbeit bemerkenswert erscheinen: Nach Beobachtungen Philpotts beträgt die wöchentliche Gangabweichung im Londoner Netz für angeschlossene Synchronuhren nur 4 s, eine erstaunliche Leistung an Frequenzkonstanz, die nach den Beobachtungen des Referenten die schon außerordentlich guten Leistungen im Berliner Netz noch erheblich übertrifft. Die Geräuschfrage bei Synchronuhren ist von Philpott nicht behandelt; sie ist übrigens nach Beobachtungen des Unterzeichneten bei den neueren Typen als praktisch beseitigt anzusehen. Zweitens stellt Philpott fest, daß in England Selbstaufzugsvorrichtungen im wesentlichen nur für elektrische Zeitschalter, z. B. für Straßenbeleuchtung, ferner für Kraftwagenuhren und Hauptuhrwerke benutzt werden. In Deutschland dagegen ist die Selbstaufzuguhr heute neben der Synchronuhr die gebräuchlichste Art der elektrischen Privathausuhr.

Die Einzelbeschreibungen Philpotts behandeln das Synchronom-Nebenuhrensystem, vor allem die Hauptuhr mit angenähert freiem Pendel dieser Firma, die Bulle-Clock-Uhr mit elektromagnetischem Pendelbetrieb, die Warren-Synchronuhren (in Deutschland Lizenz der AEG), Venner-Zeitschalter mit Selbstaufzug und das Zentralregelungssystem, wie es in Deutschland von der Elektrozeit bzw. Normalzeit AG. verwendet wird. *Blz.*

[1] Stuart F. Philpott, Electr. Rev. London, Bd. 109, S. 626
[2] Vgl. ETZ 1931, S. 146.
[3] Vgl. ETZ 1931, S. 324.

Neue Mittel und Wege auf dem Gebiete der Elektroheizung.

Von Zivilingenieur **Oskar Neiß**, Hamburg.

Übersicht. Es wird das in der Praxis bekannte Induktions-Heizverfahren für Niederfrequenz in seiner Anwendung bei flüssigen und gasförmigen Stoffen in einer neuartigen Konstruktion untersucht und für Temperaturen bis rd. 600 ° C brauchbar gefunden. Ferner wird eine in Betrieb befindliche Großheizanlage dieser Konstruktion beschrieben sowie die Betriebsergebnisse mitgeteilt und das Anwendungsgebiet besprochen.

Bei der sog. Induktionsheizung wird bekanntlich die Sekundärwicklung eines Transformators als Rohrsystem ausgebildet und die in ihrer Metallmasse erzeugte Wärme ($i^2 \cdot w$) durch Wärmeableitung irgendeinem Medium zugeführt. Die Benutzung eines Rohrsystems macht es notwendig, sich generell auf die Heizung von flüssigen und gasförmigen Medien zu beschränken.

Die vom Verfasser durchgebildete Konstruktion[1] weicht insofern von der üblichen Bauart des statischen Transformators ab, als hier ein magnetisches Drehfeld benutzt wird, wie es aus jedem Drehstrom-Induktionsmotor her bekannt ist. Der „Stator" enthält eine normale Dreiphasenwicklung, und als Sekundärwicklung wird eine in die Länge gezogene Käfigwicklung eingebaut. Die Stäbe des Käfigs sind Rohre, die am Ende in Kurzschlußflanschen verschweißt oder verschraubt sind. Solch ein Blechschnitt des Blechpaketes wird durch die Abb. 1 gezeigt. Es handelt sich um eine zweipolige Dreiphasen-Anordnung, so daß sich sekundärseitig 6 Rohre ergeben. Durch jede Nute des Blechpaketes wird ein geradliniges Rohr gezogen. Die Länge der Rohre ergibt sich dann aus den geforderten Bedingungen. Dabei kann die Länge der Rohre bis zur zehnfachen Paketbreite des Induktionssystems betragen. Solch ein geradliniges Rohrsystem hat große Vorzüge einer Rohrschlange gegenüber. Die Abstimmung auf die gewünschte Leistung ist leichter durchzuführen, die mechanische Abstützung zum Eisenpaket durch ein Stützrohr zwischen Kurzschlußflansch und Preßteller ist sicher und gewährleistet axiale Verschiebung bei Längenänderungen der Rohre (bis rd. 12 bis 16 mm). Ferner läßt es sich gut reinigen und hauptsächlich leicht ausbauen, ohne am Primärteil Demontagen vorzunehmen.

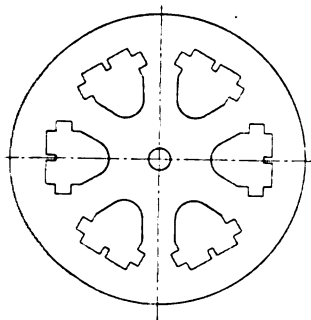


Abb. 1. Schnitt des Blechpaketes eines Induktionserhitzers.

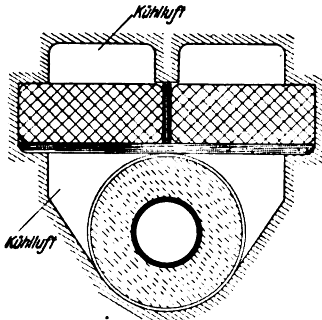


Abb. 2. Schnitt durch die Nute eines 100 kW-Erhitzers.

Man erkennt hieraus, daß der Induktionserhitzer in 2 Hauptbestandteile zerfällt, den Primärteil und ein unabhängiges Rohrsystem. Dies ist wichtig, da für die verschiedensten Zwecke immer andere Bedingungen am Rohrsystem herrschen. Die Bedingungen können u. U. aus chemischen Gründen Materialfragen betreffen. Das Rohrsystem läßt sich daher betriebsmäßig auswechseln. Das Rohrsystem ist nun so bemessen, daß im Betriebszustand, d. h. bei der vorschriftsmäßigen Temperatur unter Berücksichtigung des Temperaturkoeffizienten von der Primärwicklung die richtige Last aufgenommen wird. Der Induktionserhitzer erfordert zur Abführung der Verluste eine künstliche Luftkühlung. Die Verluste setzen sich zusammen aus primären Kupfer- und Eisenverlusten und sekundärseitigen Strahlungsverlusten, also aus einem elektrischen und thermischen Verlust. Die Methoden zur Verringerung der elektrischen Verluste sind bekannt. Die Strahlungsverluste können durch konstruktive Maßnahmen in geringsten Grenzen gehalten werden. An Hand der Abb. 2 sind die Nutenverhältnisse erläutert. Es ist hier die Nute eines 100 kW-Erhitzers für primär 1000 V Drehstrom, 50 Hz, dargestellt. Das Rohr ist auf seiner gesamten Länge durch das Blechpaket mit einer Wärmeisolation umgeben. Diese Schicht kann bis zu 35 mm stark sein, ohne den Leistungsfaktor durch Streuung in der Nute wesentlich zu beeinflussen. Der Leistungsfaktor nimmt mit länger werdendem Rohrsystem ab. Er beziffert sich bei einem Verhältnis:

Paketbreite : Rohrlänge = 1 : 6 auf rd. 0,925
Paketbreite : Rohrlänge = 1 : 10 auf rd. 0,85.

Außerhalb des Blechpaketes sind die Rohre mit noch stärkerer Wärmeisolation umgeben. Es ist einleuchtend, daß bei der geringen Paketbreite eines solchen Erhitzers (z. B. 300 mm für 100 kW) es keine Mühe bereitet, den geringen Strahlungsverlust von der Oberfläche der Wärmeisolation abzuführen, selbst wenn es sich darum handelt, Rohrtemperaturen von 600 ° C zu bewältigen. Die Primärwicklung ist innerhalb der Nute vollständig von Kühlluft umgeben.

Die günstigen elektrischen Eigenschaften rechtfertigten es, die Konstruktion der Praxis zuzuführen, zumal gegenüber der Heizung mit Widerstandselementen erhebliche Vorteile bestehen können, nämlich:

1. Verwendung von hochgespanntem Drehstrom,
2. vom Netz unabhängiges Rohrsystem,
3. keine lokalen Überhitzungen durch glühende Elemente,
4. gleichmäßige Temperatur über die gesamte Rohroberfläche,
5. Heizung durch direkte Wärmeleitung, ohne Wärmedurchgang,
6. keine Berührungsgefahr.

Es soll nun eine bei der Firma Harburger Ölwerke Brinckmann & Mergell, Harburg-Wilhelmsburg, ausgeführte Anlage beschrieben werden. Bei der Projektierung dieser Anlage wurde vorgeschlagen, sich bei der Verwendung von Elektrowärme auf diejenigen Temperaturen zu beschränken, die nicht durch vorhandenen Heizdampf erzielt werden konnten. Mit dem vorhandenen Heizdampf von 15 atü wurden äußerst 180 ° C eingesetzt. Es handelt sich um die Heizung von 2 Kesseln mit je einer Charge von rd. 3000 kg Pflanzenöl, die einem chemischen Prozeß 4 h lang unterworfen sind. Die Kessel erhielten eine eingebaute Dampfschlange, mit Hilfe deren der Inhalt auf rd. 180 °C vorgeheizt wurde. Die weitere Heizung geschieht mittels zweier Induktionserhitzer mit je einer Leistung von 100 kW in der Weise, daß die Kessel einen Doppelmantel erhielten, wohindurch ein Mineralöl gepumpt wird, welches als Wärmeträger zwischen dem Erhitzer und der Kesselwandung dient. Die Wärmeverhältnisse am Erhitzer ergeben sich aus den gestellten Bedingungen, der Art des Heizöles, den Höchsttemperaturen im Heizöl (rd. 300 ° C), der Umwälzgeschwindigkeit des Öles (rd. 24 m³/h) = rd. 2,0 m/s im Heizrohrsystem, der Wärmeleitfähigkeit und den zu erzeugenden Wärmemengen in kcal/h.

Aus den Versuchsdaten über Wärmeleitfähigkeit vom Heizrohr in das Heizöl wurde die Oberfläche derart bemessen, daß an der Stelle höchster Temperatur, also am Erhitzeraustritt, ein Temperaturgefälle von rd. 35 ° C herrscht, d. h. bei einer erlaubten Endtemperatur von 300 ° C im Heizöl, besitzt das Rohr eine höchste Temperatur von 335 ° C. Dadurch sind örtliche Überhitzungen vermieden, die ein Verkracken des Öles zur Folge haben. Wollte man dieses Heizrohr unter Zwischenlage von elektrischem Isolationsmaterial mit Widerstandselementen bewickeln und ihnen kein höheres Temperaturgefälle als 35 ° C geben, so müßte die Rohroberfläche rd. das 4fache betragen, um zu dem gleichen Resultat zu gelangen.

Die Rohrsysteme beider Erhitzer sind mechanisch hintereinander geschaltet. Sie geben ihre Wärme an das Übertragungsöl ab und dieses wiederum an den Kessel. Der Erhitzer deckt also jeweilig den Temperaturabfall, den das Heizöl zwischen Kessel-Ein- und -Austritt aufweist. Die Temperatur des Rohrsystems liegt ungefähr stets nur 35 ° C höher als das Heizöl, so daß mit wachsender Chargentemperatur immer das gleiche Temperaturgefälle am Erhitzer herrscht. Bei einer mittleren Tem-

[1] DRP. und Auslandspatente.

peraturdifferenz zwischen Erhitzer-Ein- und -Austritt von rd. 37 ° C ergibt sich eine spezifische Belastung der Rohroberfläche von

16 kcal/h/dcm²/ ° C.

Das ist ein Wert, wie er von keinem anderen Heizverfahren erreicht wird.

Bei der beschriebenen Anlage wird die Charge bis auf rd. 180 ° C durch Dampf vorgeheizt, welcher nach Einschaltung der elektrischen Erhitzer abgestellt wird. Wenn nun die maximale Chargentemperatur 240 ° C betragen soll, anderseits das Heizöl nicht über 300 ° C geheizt werden darf, so müssen natürlich die Wärmedurchgangszahlen am Kessel vom Heizöl → Kesselwandung → Charge dafür bemessen sein. In dem Diagramm der Abb. 3 sind die Temperaturkurven der Charge unter den verschiedensten Betriebsarten aufgezeichnet. Kurve *1* stellt den Temperaturanstieg in Abhängigkeit von der Zeit dar, der dadurch entsteht, daß nur mit der Dampfschlange geheizt wird, das Heizöl aber dabei abgelassen wurde. Kurve *2* stellt rein elektrische Heizung dar, während Kurve *3* den gemischten Dampf-Elektrobetrieb zeigt. Hierbei wurde mit Dampf vorgeheizt, der Temperaturanstieg erfolgte zunächst deswegen langsamer als bei Kurve *1*, weil in diesem Falle das Anheizen des Heizöles zunächst vom Dampf mit übernommen werden mußte.

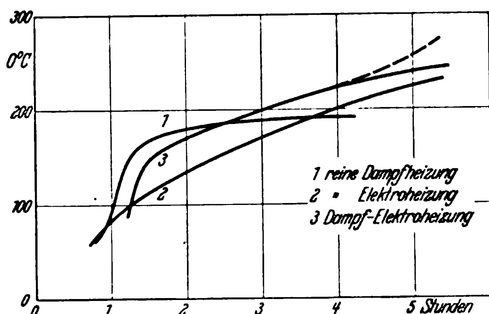


Abb. 3. Chargentemperatur bei verschiedenen Beheizungsarten.

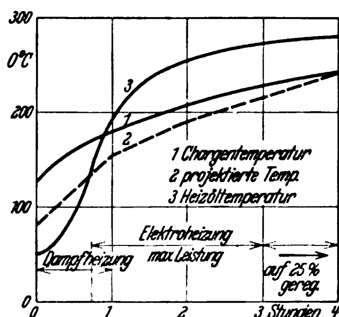


Abb. 4. Temperaturverlauf zwischen Charge und Heizöl.

Die Chargentemperatur wird also bei gemischtem Betrieb und rd. 100 ° C Anfangstemperatur in rd. 3 h, bei reinem elektrischem Betrieb in rd. 5 h erst erreicht. Das Anheizen des Heizöles durch den Dampf kommt nur bei erstmaligem Anfahren in Frage. Ist die Endtemperatur in der Charge erreicht, und würde man mit der Vollleistung weiterheizen, so ergäbe sich der gestrichelte Temperaturverlauf der Kurve *3*. Es ist jedoch erwünscht, die Temperatur auf dieser Höhe zu halten, und es ist daher notwendig, mit der Erhitzerleistung so weit zurückzugehen, daß nur die Strahlungsverluste gedeckt werden. Infolge der im Heizöl aufgespeicherten Energie ist es weiter notwendig, schon früher als bei 240 ° C mit der Leistung zurückzugehen, wie dies in dem Diagramm gezeichnet ist. Das Diagramm der Abb. 4 zeigt die reguläre Betriebskurve. Kurve *1* ist der Temperaturverlauf in der Charge, Kurve *2* der projektierte Temperaturverlauf in der Charge, Kurve *3* ist der Temperaturverlauf im Heizöl beim erstmaligen Anfahren. Im Schnittpunkt der Kurven *1* und *3* wechselt der Wärmedurchgang vom Negativen ins Positive, d. h. kurz nach Einschalten der Elektroheizung. Der Temperaturverlauf in der Charge ist infolge der gleichmäßigen Zufuhr an elektrischer Energie und feinstufiger Regelungsleistung bei jeder neuen Füllung absolut konstant; daher ist ein Produkt von nie erreichter Gleichmäßigkeit mit der Anlage erzielbar.

Leistungsmessungen konnten vorgenommen werden, da die stündlich umgewälzte Heizölmenge und das Temperaturgefälle zwischen Kessel-Ein- und -Austritt annähernd ermittelt wurde, obgleich dieses Verfahren nicht ganz einwandfrei ist, da sich die Viskosität des Heizöles mit zunehmender Temperatur verändert. Der Chargeninhalt ist 2800 kg.

Der erhaltene Mittelwert über eine maximale Stundenleistung ergab:

vom Heizöl an den Kessel abgegebene Leistung	154 000 kcal/h
dem Netz entnommen = 212 kWh × 860 .	182 320 „
mithin Wirkungsgrad am Kesseleintritt	84,5 %

Betrachtet man die Zeiten einer Charge, so wurden von der Charge beansprucht in 3 h . . . . 270 000 kcal
elektrischer Verbrauch = 450 kWh × 860 . 390 000 „
mithin Gesamtwirkungsgrad = 69 %, einschl. Kessel- und Rohrleitungsverlust. 31 % stellen somit einen Wärmeverlust von 120 000 kcal dar, die sich ungefähr wie folgt verteilen:

elektrische Verluste einschl. Hilfsmaschine . rd.	4,5 %
Strahlungsverluste am Erhitzer . . . . . rd.	5,5 „
Rohrleitungsverlust bis zum Kessel	5,5 „
Kesselstrahlungsverlust	15,5 „
primär aufgenommene Leistung bei Vollast	= 216 kW
Scheinleistung 142 A × 1040 V × 1,73	= 256 kVA
cos φ	= 0,85

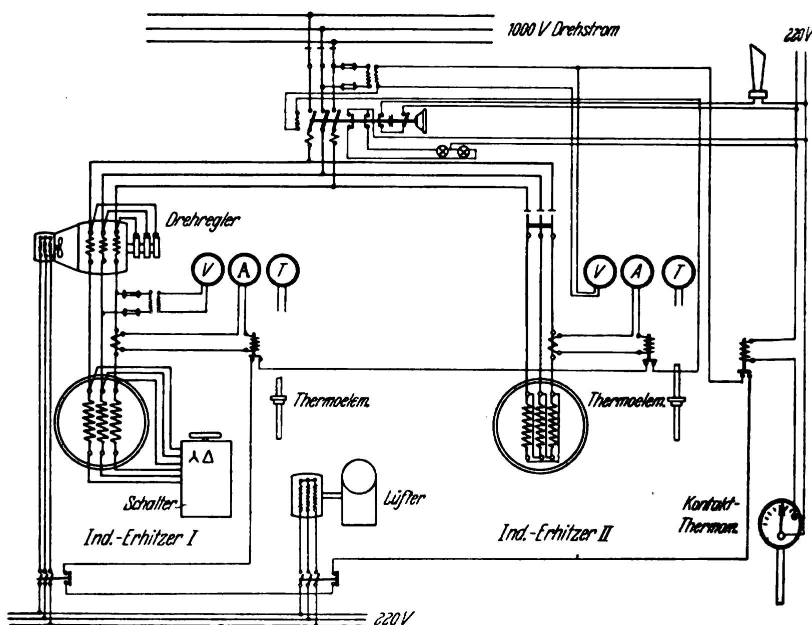


Abb. 5. Schaltbild.

Die Stromkosten stellen sich für die angegebenen Verhältnisse auf rd. 0,03 RM/kWh. Dem Werk stehen Eigenerzeugung und Fremdstrom zur Verfügung.

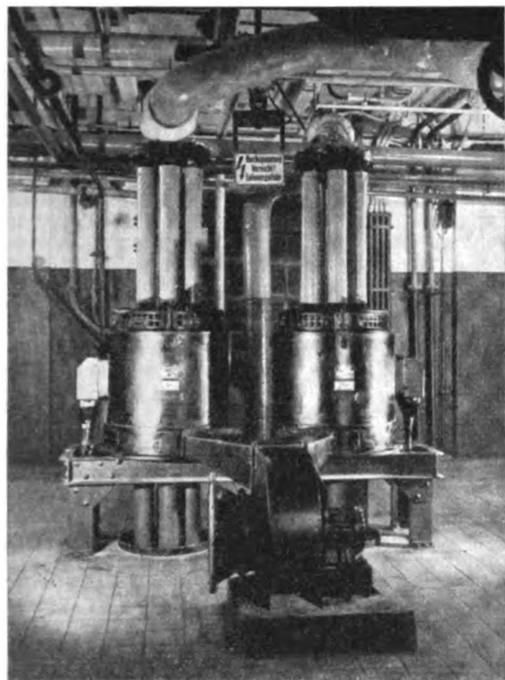
Abb. 5 stellt das Schaltschema der Anlage dar. Man erkennt, daß von beiden Induktionserhitzern von je 100 kW Leistung nur Erhitzer *I* regelbar ist. Die Regelung erfolgt über vorgeschalteten Drehregler mit einem maximalen Regelungsbereich von ± 15 % = ± 150 V. Dies entspricht einer stufenlosen Leistungsregelung am Erhitzer *I* von rd. 50 bis 100 kW. Für alle Fälle ist noch der regelbare Erhitzer *I* von Stern auf Dreieck umzuschalten, und daraus ergibt sich für beide Erhitzer ein totaler Regelungsbereich von

$$(16 \rightarrow 33) / (50 \rightarrow 100) + 100 \text{ kW}.$$

Der Erhitzer *II* wird durch Trennschalter zu- oder abgeschaltet, der mit dem Hauptölschalter mechanisch verriegelt ist, so daß er nicht unter Last gezogen werden kann.

Die Anlage unterscheidet 2 Arten von Sicherheitseinrichtungen, erstens solche, die auf Temperatur ansprechen

und die Wärmezufuhr überwachen, und zweitens solche, welche auf Strom ansprechen, um die Apparate vor Zerstörung zu schützen. Zu den letztgenannten Schutzeinrichtungen gehören die Lüfter für die Erhitzer und den Drehregler, welche über die Nullspannung des Ölschalters blockiert sind derart, daß der Ölschalter erst eingelegt werden kann, wenn die Lüftermotoren und die Umwälzpumpe des Heizöles laufen. Die thermischen Sicherheitseinrichtungen bestehen in erster Linie aus dem Kontaktthermometer am Anlaufstutzen des Erhitzers. Das Thermometer kontrolliert stets die höchste auftretende Temperatur im Heizöl, wobei die Endtemperatur einstellbar ist. Das Kontaktthermometer arbeitet ebenfalls über ein Zwischenrelais auf die Nullspannung des Ölschalters. Der Ölschalter kann erst nach Unterschreiten der Endtemperatur wieder eingelegt werden; außerdem sind akustische Signalapparate vorhanden.


Abb. 6. Ansicht von Induktionserhitzern in Betrieb.

Solche Sicherheitseinrichtungen sind deshalb notwendig, weil der Erhitzer selbst in seinem Rohrsystem keine große Metallmasse und nur eine geringe Ölfüllung besitzt, die nicht imstande ist, Wärme zu speichern. Der Vorteil eines solchen „trägheitslosen" Rohrsystems liegt in seiner augenblicklichen Regelfähigkeit. Die Temperaturen können sekundlich verändert werden, schnelles Anfahren und Abstellen der Wärmezufuhr ist möglich, ohne mit thermischen Nachwirkungen rechnen zu müssen.

Abb. 6 zeigt die Induktionserhitzer[2] in Betrieb. Man erkennt die über dem Primärteil nach oben und unten herausgeführten Heizrohre, die mit Wärmeisolation umgeben sind. Vor den Erhitzern angeordnet der Lüfter. Die Kühlluft tritt unten ein und oben aus der Blechabdeckung der Primärspule aus. Die Temperatur der Primärwicklung beträgt, an den Wickelköpfen gemessen, rd. 25 ° C über Raumtemperatur. Die Rohrtemperatur im Blechpaket liegt dabei auf rd. 315 ° C. Das Rohrsystem setzt sich nach unten durch den Boden in das untere Stockwerk fort.

Da sich die Rohre durch Stromwärme erhitzen, ist Voraussetzung, daß sie eine elektrische Leitfähigkeit besitzen. Temperaturen bis 600 ° C sind ohne Schwierigkeit zu bewältigen. Höhere Drücke bis zu einigen 100 atü lassen sich in rohrförmigen Gebilden leicht unterbringen, während für die elektrische Auslegung des Rohrsystems jede Materialstärke und Materialart Verwendung finden kann. Es ist unnötig, ausführlicher auf die Betriebsicherheit eines solchen Rohrsystems einzugehen, da es eine nahezu unbeschränkte Lebensdauer aufweist.

[2] Ausführung Sachsenwerk, Niedersedlitz.

Die Beseitigung von Störungen an Drehstrom-Gleichstrom-Umformern bei drehstromseitigen Spannungsenkungen.

Von Dr.-Ing. G. Boll, Mannheim.

Übersicht. Die rotierenden Drehstrom-Gleichstrom-Umformer sind infolge ihrer Empfindlichkeit gegen Spannungssenkungen die Quelle vielfacher Störungen. Diese Empfindlichkeit kann verringert und die Störungen können vermieden werden durch Verwendung elektrischer Schnellregler. Es werden Anwendungsformen solcher Regler für Einankerumformer und Motorgeneratoren beschrieben und ihre Wirkungsweise beim Parallelbetrieb gleichartiger und verschiedener Umformer untersucht.

Die in den Städten noch vielfach vorhandenen Gleichstrom-Niederspannungsnetze werden heute fast ausschließlich aus Drehstromnetzen über Gleichrichter oder Umformer gespeist, da eine unmittelbare Gleichstromerzeugung mittels Turbogeneratoren zumeist völlig unwirtschaftlich geworden ist. Nach Einführung des Umformerbetriebes ist an vielen Stellen eine erhebliche Vermehrung der Störungen beobachtet worden. Auch schon ganz kurze und unbedeutende Störungen des Drehstromnetzes bringen länger andauernde und schwere Störungen im Gleichstromnetz hervor und können es auf einige Zeit völlig spannungslos machen. Die Gründe dafür sind schon mehrfach untersucht worden[1]. Sie sollen aber hier mit besonderer Rücksicht auf den Parallelbetrieb mehrerer Umformerarten (Motorgeneratoren, Einankerumformer und Gleichrichter) nochmals systematisch zusammengestellt werden, wobei einige neue Abhilfemaßnahmen angegeben werden. Das Ziel ist, das völlige Spannungsloswerden des Gleichstromnetzes so lange zu verhindern, als die Spannung im Drehstromnetz nicht vollständig verschwindet, und den Betrieb auch in diesen Fällen nach Wiederkehr der Spannung so rasch wie möglich wieder herzustellen, so daß sich das Gleichstromnetz ähnlich verhält wie ein über Transformatoren gespeistes Drehstrom-Niederspannungsnetz.

[1] Vgl. z. B. H. Kyser, Elektr.-Wirtsch. 1927, S. 555.

A. Störungen und Abhilfe beim Alleinbetrieb der verschiedenen Umformerarten.

Einankerumformer übertragen die Spannungsenkungen vom Drehstromnetz auf das Gleichstromnetz, so daß sie im Alleinbetrieb die Tendenz haben, sich gleichstromseitig zu entlasten, sobald die Drehspannung sinkt. Hierdurch geht auch drehstromseitig der Wirkstrom zurück. Außerdem erweist sich der Einankerumformer aber bei gesenkter Spannung als übererregt und gibt wechselstromseitig Blindleistung ab (Strom voreilend), u. zw. so viel, daß trotz Rückganges des Wirkstromes eine Überlastung der Drehstromseite auftritt[2], die drehstromseitige Schalterauslösungen und damit Spannungsloswerden des Gleichstromnetzes und längere Störungen verursacht. Diese Überlastung kann dadurch verhindert werden, daß man die Erregung während der Spannungsenkung verkleinert. Besonders geeignet hierzu ist der BBC-Schnellregler mit cos φ-empfindlichem Meßsystem. Die Schaltung dieses Reglers zeigt Abb. 1.

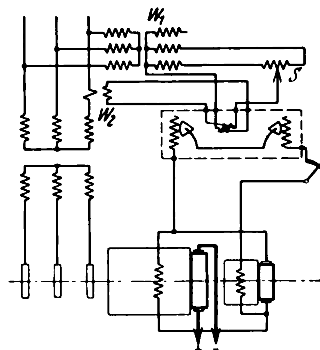


Abb. 1. Schaltung des BBC-Schutzreglers für Einankerumformer.

Der Regler hat eine Strom- und eine Spannungspule, die an entsprechende Wandler W_1 und W_2 angeschlossen

[2] Bei 65 % Restspannung und normaler Erregung etwa doppelter Nennstrom. Vgl. Schwenkhagen u. Lenz, ETZ 1927, S. 134.

werden. Zur Einstellung des gewünschten cos φ ist ein Spannungsteiler *S* vorhanden, an dessen Gleitkontakt das eine Ende der Spannungsspule angeschlossen wird. Das andere Ende liegt am Nullpunkt des Wandlers W_1, so daß die Phasenlage der Spannung am Drehsystem durch Verschieben des Spannungsteilers verändert werden kann. Da der Regler erst dann zur Ruhe kommt, wenn zwischen dieser Spannung und dem Strom des Umformers ein ganz bestimmter Winkel besteht, wird durch das Verschieben des Spannungsteilers der konstant zu haltende cos φ beeinflußt. Die Wälzkontakte des Reglers sind an den Feldkreis der Erregermaschine des Einankerumformers angeschlossen.

Der Regler arbeitet so, daß er durch Beeinflussung der Erregung sowohl bei normaler als auch bei gestörter Spannung den cos φ des Umformerstromes auf dem eingestellten Wert hält. Bei Spannungsenkungen vermindert er selbsttätig den Erregerstrom und beseitigt damit die Blindstromüberlastung, so daß das Ansprechen des Überstromschutzes verhindert wird. Diese einfache Einrichtung hat sich bereits bestens bewährt und hat auch im normalen Betrieb den Vorteil, daß die Erregung stets richtig eingestellt ist. Soll der cos φ-Regler im normalen Betrieb unwirksam sein, um die Gleichspannung mit Hilfe der Umformererregung von Hand einstellen zu können, wie dies bei Vorschaltung von Reaktanzen in gewissen Grenzen möglich ist, dann braucht der cos φ-Regler nur auf den Wert der höchstens vorkommenden Übererregung eingestellt zu werden, beispielsweise auf cos φ = 0,85 voreilend. Wenn nun im Betrieb mit Rücksicht auf die Gleichspannung von Hand eine weniger hohe Erregung eingestellt wird, dann schließt der cos φ-Regler seinen Widerstand kurz und ist unwirksam. Er greift dagegen sofort ein, wenn infolge einer drehstromseitigen Spannungsenkung eine stärkere Voreilung des Stromes auftritt.

Ein Außertrittfallen von allein arbeitenden Einankerumformern ist nur bei sehr starken Spannungsenkungen (Restspannung kleiner als 20 %) und gleichzeitiger Frequenzsteigerung möglich. Hiergegen gibt es bisher noch kein Mittel. Allerdings wird diese Form der Störung auch sehr selten sein, da bei der heutigen starken Verkupplung aller Netze ein Netzkurzschluß kaum eine so starke Entlastung aller Generatoren mit sich bringen kann, daß die Frequenz dabei stoßweise ansteigt[3]. Wenn die Drehspannung einige Sekunden vollständig wegfällt, kann der Einankerumformer natürlich nicht mehr in Betrieb gehalten werden, sondern muß durch Nullspannungsrelais sofort gleichstrom- und drehstromseitig abgeschaltet werden. Um zu verhindern, daß diese Relais bei ganz kurzzeitigen Störungen zu früh eingreifen, müssen sie eine Verzögerung erhalten, u. zw. am besten eine spannungsabhängige Verzögerung, so daß sie bei großer Restspannung (kleine Spannungsenkung) mit langer Zeitverzögerung, bei kleiner Restspannung dagegen kurzzeitig arbeiten. Abb. 2 zeigt ein derartiges Relais, welches als Ferraris-Relais mit Gewichtsbelastung gebaut ist. Durch Veränderung des Gewichtes, der Fadenlänge und des Drehmomentes kann die Kennlinie in weiten Grenzen eingestellt werden. Die Ansprechspannung ist zwischen 90 und 40 % der Nennspannung einstellbar, die größte Zeitverzögerung auf etwa 8 s. Die einmal eingestellte Kennlinie bleibt dauernd genau erhalten, da die Achse in Steinen gelagert ist und die Ablaufkraft durch ein Gewicht, nicht durch eine Feder gegeben wird.

Um nach einer Vollstörung, bei der der Einankerumformer herausfällt, eine möglichst rasche Wiederaufnahme des Betriebes zu erzielen, ist eine selbsttätige Anlaß- und Wiedereinschalt-Einrichtung notwendig, wie sie für den Betrieb bedienungsloser Umformerwerke normal gebaut wird. Eine genauere Beschreibung dieser bekannten Einrichtungen erübrigt sich hier.

M o t o r g e n e r a t o r e n haben im Gegensatz zu den Einankerumformern die Eigenschaft, die Gleichspannung so lange unverändert aufrecht zu erhalten, wie sie angenähert die normale Drehzahl haben. Nun pflegt sich infolge der starken Verkupplung der Drehstromnetze die Frequenz bei drehstromseitigen Kurzschlüssen im allgemeinen nicht merklich zu ändern, so daß die Drehzahl der Motorgeneratoren und die Gleichspannung so lange unberührt bleiben, als der Motor im Tritt ist. Wenn der Motor aber in Tritt bleiben soll, dann muß er in der Lage sein, die ganze, gerade vorhandene Gleichstromlast auch bei gesenkter Drehspannung durchzuziehen. Andernfalls fällt er unter großer Stromaufnahme außer Tritt, sobald die Drehspannung sinkt.

[3] Vgl. H. K y s e r, Elektr.-Wirtsch. 1927, S. 555, Abschn. IV.

Der Rückgang des Kippmomentes mit der Spannung ist bei den verschiedenen Motorarten ganz verschieden. Abb. 3 gibt hierüber einen Überblick. Bei dem Asynchronmotor ist der Rückgang nahezu quadratisch, beim Synchronmotor mit konstanter Erregung dagegen linear. Bei beiden Motorenarten wird von rd. 65 % der Nennspannung an das Kippmoment kleiner als das Nennmoment, so daß von hier an der Betrieb nicht mehr stabil bleiben kann, wenn der Motorgenerator voll belastet ist. Besondere Maßnahmen können indessen auch hier weiterhelfen. Naheliegend wäre ein rasches Verstärken der Erregung bei der Synchronmaschine. Dies kann zwar die Stabilität vergrößern, vergrößert aber gleichzeitig die Blindstromabgabe an das Netz, so daß die Überstromschalter leicht herausfallen. Bei dem Asynchronmotor ist diese Maßnahme ohnehin nicht ohne weiteres anwendbar. Ohne Blindstromvergrößerung und allgemein anwendbar ist dagegen die Methode, den Umformer gleichstromseitig selbsttätig zu entlasten, u. zw. in Abhängigkeit von der Drehspannung, so daß das Kippmoment nie überschritten wird. (DRP. a.)

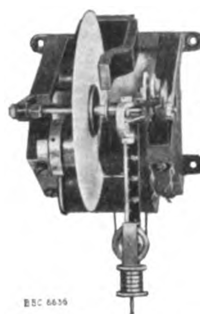


Abb. 2. Abhängig verzögertes Spannungsabfallrelais.

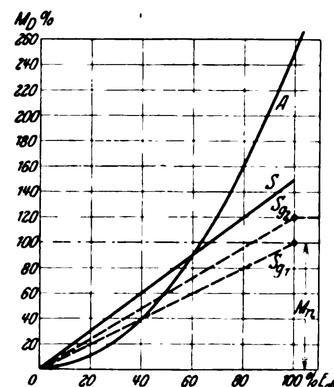


Abb. 3. Abhängigkeit des Kippmomentes von der Spannung.

Das Maß für die Herabsetzung der Gleichstromlast kann aus Abb. 3 entnommen werden. Hat der Antriebsmotor des Umformers eine gerade Kippmomentlinie *S*, dann kann die Gleichstromleistung ebenfalls nach einer Geraden, z. B. nach S_{g1} vermindert werden, wobei die Gleichstromleistung bei voller Nennspannung auf der Drehstromseite gleich der ganzen Nennleistung ist. Zweckmäßiger ist aber eine Charakteristik der Schutzeinrichtung nach S_{g2}, die bei voller Spannung noch die Abgabe von 20 % Überlast erlaubt. Für eine Asynchronmaschine genügt die Verminderung nach einer Geraden nicht mehr, da hier bei einer Restspannung von etwa 40 % das Kippmoment überschritten werden würde. Die Gleichstromleistung muß hier quadratisch zurückgesetzt werden.

Die Veränderung der Gleichstromleistung geschieht am besten durch Verstellung der Erregung am Gleichstromgenerator, der zur Erzielung stabiler Verhältnisse bei kleiner Erregung am besten mit einer Erregermaschine versehen wird. Für die Ausbildung eines selbsttätigen Schutzreglers können grundsätzlich mehrere Wege beschritten werden. Naheliegend und exakt richtig ist der unmittelbare Vergleich der Gleichstromleistung mit der Drehspannung. Hierzu ist ein Regler mit zwei Meßsystemen erforderlich, von denen eines ein dem Produkt von Gleichstrom und Gleichspannung proportionales Drehmoment erzeugt, während das andere System ein mit der Drehspannung proportionales bzw. quadratisch wachsendes Gegendrehmoment hervorbringt. Derartige Regler mit zwei Meßsystemen sind ausführbar, bisher aber nicht gebräuchlich. Um normale Konstruktionen verwenden zu können, muß ein Verfahren angewendet werden, bei dem die Einwirkung der Drehspannung auf das Reglerdrehsystem nicht mechanisch, sondern elektrisch erfolgt. Hierbei ist es allerdings nicht mehr möglich, die Gleichstromleistung wattmetrisch zu messen, sondern man muß sich mit einer Komponente davon, etwa dem Strom, begnügen.

Man erhält damit eine Anordnung nach Abb. 4. Von dem Maschinensatz *MG* sind der Motor, der Generator und seine Erregermaschine angedeutet. In der Gleichstromleitung des Generators liegt der Nebenschluß *Sh*, an dem ein dem Gleichstrom proportionaler Spannungsabfall entsteht. Dieser Spannungsabfall wird ganz oder teilweise durch eine an dem Widerstand des Reglers R_2 abgegriffene Gegenspannung ausgeglichen. Der Stromfluß durch das Drehsystem des Reglers R_1 richtet sich danach,

welche der beiden Spannungen überwiegt, und wie groß der Unterschied ist, und da der Regler polarisiert ist, richtet sich auch seine Ausschlagsrichtung danach, welche Spannung überwiegt. Die Verhältnisse sind nun so gewählt, daß bei voller Drehspannung der Regler R_2 in der rechten Endlage liegt. Wenn dann der Umformer seinen Vollaststrom oder den höchst zulässigen Überlaststrom (etwa entsprechend Kurve S_{g_2} in Abb. 3) abgibt, heben sich die Hilfspannung und die Nebenschlußspannung gerade auf, so daß der Regler R_1 stromlos wird. Ist der Generatorstrom kleiner, dann fließt ein Strom im Regler R_1, der ihn in die eine Endlage drückt, so daß sein Widerstand kurzgeschlossen ist, und die Erregermaschine und der Generator jede an dem Handregler *HR* eingestellte Leistung abgeben können. Sinkt die Drehspannung, dann geht der Regler R_2 zurück, die Hilfspannung wird kleiner und der im Drehsystem des Reglers R_1 fließende Strom wechselt sein Vorzeichen, sobald der abgegebene Gleichstrom im Verhältnis zur Drehspannung zu groß ist. Der Regler R_1 kommt dabei aus der Endlage heraus und verringert die Erregung der Gleichstromseite. Er kommt erst dann ins Gleichgewicht, wenn der Strom in seinem Drehsystem Null geworden, also der Generatorstrom auf den richtigen Wert zurückgegangen ist. Der Regler R_1 wirkt also als Strombegrenzungsregler.

Abb. 4. Schaltung des BBC-Schutzreglers für Motorgeneratoren.

Der Stromwert, den er höchstenfalls zuläßt, wird in Abhängigkeit von der Spannung durch den Regler R_2 gegeben. Diese Funktion soll nunmehr bestimmt werden. Da man nur noch den Strom regelt, um der Leistung einen bestimmten Wert zu geben, muß zur Bestimmung der Leistung notwendig über den Widerstand des Gleichstromnetzes eine Annahme gemacht werden. Es sei zuerst angenommen, daß der Netzwiderstand von der Spannung unabhängig ist. Dann ist die Gleichstromleistung

$$N_g = I_g^2 R_n$$

und der Strom

$$I_g = \sqrt{\frac{N_g}{R_n}}.$$

Wenn (beim Synchronmotorgenerator) die Gleichstromleistung der Drehspannung proportional sein soll, dann ist

$$N_g = k_1 U_{dr}.$$

Infolgedessen lautet die Abhängigkeit des Gleichstromes bzw. der an dem Regler R_2 abzugreifenden Hilfspannung von der Drehspannung:

$$I_g = k_2 u_h = \sqrt{\frac{k_1 U_{dr}}{R_n}}. \qquad (1)$$

Diese Gleichung stellt eine Parabel dar.

Bei den Gleichstromnetzen pflegt nun der Netzwiderstand R_n keineswegs konstant zu sein, sondern er ändert sich in Abhängigkeit vom Strom. Da der Widerstand bei dem künstlich herabgesetzten Strom ebenfalls kleiner wird, ändert sich die Gleichstromleistung nicht mehr mit der zweiten Potenz, sondern etwa mit der dritten Potenz des Stromes. Hierbei entsteht eine stärkere Verminderung der Leistung, als es zur Verhütung des Kippens unbedingt notwendig wäre, also eine Erhöhung der Stabilität.

Eine Verminderung des Netzwiderstandes entsteht auch dann, wenn z. B. während der Störung mehr Lampen eingeschaltet werden. Auch hierbei wird die Netzspannung kleiner, als es bei konstantem Netzwiderstand der Fall wäre, und damit vermindert sich die Umformerleistung stärker als vorgesehen. Jeder Versuch, das Gleichstromnetz mehr zu belasten, führt also nur zu einer Entlastung des Motorgenerators und zu einer Vergrößerung der Sicherheit gegen das Kippen.

Motoranlagen haben im Gegensatz zu den Lampen keinen fest bestimmbaren Widerstand. Ihre Stromaufnahme hängt davon ab, wie sich die angetriebenen Arbeitsmaschinen bei der der Spannungsenkung folgenden Drehzahlverminderung verhalten. Haben sie, was in der Regel der Fall ist, ein von der Drehzahl annähernd unabhängiges Bremsmoment, dann bleibt das von den Motorankern abzugebende Drehmoment nahezu gleich. Da aber gleichzeitig mit der Spannung der Feldstrom des Motors zurückgeht, muß zur Erhaltung des Drehmomentes der Ankerstrom steigen. Die Steigerung des Ankerstromes ist anfangs klein, wird aber groß, sobald das Motorfeld aus dem gesättigten in den ungesättigten Arbeitsbereich kommt. Die Folge davon ist, daß die Sicherungen durchgehen und die Motoren abgeschaltet werden. Die durch das Abschalten der Motoren bedingte Vergrößerung des Netzwiderstandes ergibt eine Steigerung der Spannung bei konstant gehaltenem Strom und damit eine Mehrbelastung des Motorgenerators. Ob hierdurch die Stabilität der Motorgeneratoren trotz der Störungsregelung gefährdet werden kann, hängt von den Verhältnissen jedes einzelnen Netzes ab und ist beim Entwurf der Regeleinrichtung zu prüfen.

Bei einem Asynchron-Motorgenerator ist entsprechend der Änderung der Kippleistung eine quadratische Herabsetzung der Leistung erforderlich oder eine annähernd proportionale Verminderung des Gleichstromes mit der Drehspannung. Diese und jede andere Kurve kann bei der Anordnung nach Abb. 4 durch entsprechende Abstufung des Widerstandes im Regler R_2 erreicht werden.

Wenn die Drehspannung ganz wegfällt, muß natürlich auch der Motorgenerator abgeschaltet werden. Hierfür und für das Wiederanlassen nach Störungen sind bei den Einankerumformern selbsttätige Einrichtungen verwendbar. Auch beim Wiederzuschalten der Motorgeneratoren wirkt der Stromregler günstig, insofern als er eine Überlastung verhindert und vermeidet, daß neu zugeschaltete Einheiten sogleich wieder herausfallen, wenn sie den Strombedarf des Netzes nicht decken können. Die Stromabgabe ist vielmehr begrenzt, und die Gleichspannung steigt erst dann auf den vollen Wert, wenn wieder genügend Umformer in Betrieb sind, um den Strombedarf ohne Überlastung zu decken[4].

B. Störungen und Abhilfe beim Parallelbetrieb verschiedener Umformerarten unter sich.

Durch das verschiedenartige Verhalten der Umformerarten können bei drehstromseitigen Störungen insofern Schwierigkeiten eintreten, als die Lastverteilung zwischen den einzelnen Einheiten Verschiebungen erleidet, die ihrerseits wieder die Gefährdung des Betriebes vermehren. Es wird daher im folgenden der Parallelbetrieb der verschiedenen Umformerarten untersucht, um festzustellen, inwieweit die vorher für den Einzelbetrieb vorgeschlagenen Hilfsmaßnahmen für den Parallelbetrieb gültig sind, bzw. welche Erweiterungen notwendig sind, um die Maschinen jederzeit in Betrieb zu halten.

Gleichrichter zusammen mit Einankerumformern ergeben die wenigsten Schwierigkeiten, weil bei beiden die Gleichspannung mit der Drehspannung in einem festen Verhältnis steht. Es genügt, die Einankerumformer mit cos φ-Reglern zu versehen, um Blindstromüberlastungen zu vermeiden. Gleichrichter und Motorgeneratoren zeigen dagegen ein sehr verschiedenartiges Verhalten, insofern als die Spannung der Gleichrichter bei sinkender Drehspannung sofort heruntergeht, während die der Motorgeneratoren so lange konstant bleibt, als die Kippgrenze des Antriebsmotors nicht überschritten wird. Abb. 5 zeigt links oben die Lastverteilung zwischen den Motorgeneratoren und den Gleichrichtern. In waagerechter Richtung ist der Gleichstrom aufgetragen, in senkrechter Richtung die Gleichspannung. Der Motorgenerator hat zwischen Leerlauf und Vollast bei konstanter Erregung einen gewissen Spannungsabfall, so daß seine Klemmenspannung um so kleiner ist, je mehr Strom er liefert. Dargestellt wird dies durch die Kennlinie *A*. Der Spannungsabfall wurde zu 15 % angenommen. Die Charakteristik der Gleichrichter entspricht der Linie *B* mit einem Spannungsabfall von etwa 5 % zwischen Leerlauf und Vollast. Durch den Schnittpunkt der beiden Kennlinien wird der Betriebspunkt *1* bezeichnet, bei welchem die Motorgeneratoren den Strom I_a und die Gleichrichter den Strom I_b aufnehmen. Bei drehstromseitigen Spannungsenkungen (waagerechte Achse des Diagrammes rechts) verlagert sich die Linie *B* sofort nach unten, z. B. auf die Linie B_2. Schon bei dieser kleinen Senkung werden die Gleichrichter vollkommen stromlos, während die Motorgeneratoren den gesamten Strombedarf des Netzes zu übernehmen versuchen. Sie werden hierbei überlastet und durch ihre Überstromschalter abgeschaltet. Hierdurch überträgt sich der ganze Strom auf die Gleichrichter, so daß diese ebenfalls herausfallen. Diese vollständige Störung kann bereits durch eine ganz unbedeutende drehstromseitige Schwankung verursacht werden.

Der ganze Parallelbetrieb wird um so empfindlicher, je kleiner der Spannungsabfall der Motorgeneratoren ist,

[4] Vgl. K. Harteneck, VDE-Fachberichte 1928

und je stärker diese belastet sind. Auch wenn man die Überstromauslösung verzögern würde, wäre keine Besserung erreicht, da dann die voll- oder überbelasteten Motorgeneratoren infolge der Spannungsenkung außer Tritt fallen und doch abgeschaltet werden würden.

Abhilfe bringt auch hier die bereits beschriebene Einrichtung, welche den Motorgenerator bei sinkender Drehspannung entlastet. Es muß aber nochmals untersucht werden, nach welcher Kurve die Entlastung unter den veränderten Verhältnissen jetzt erfolgen muß. Zu dieser Untersuchung ist in Abb. 5 vom Nullpunkt aus nach unten

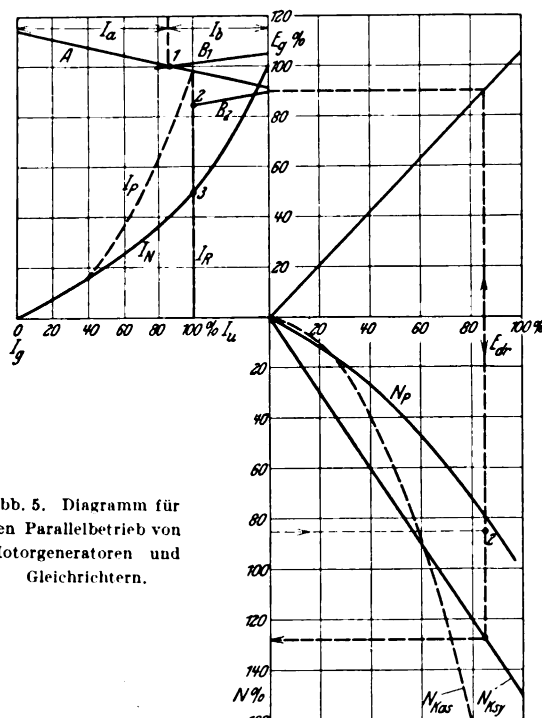


Abb. 5. Diagramm für den Parallelbetrieb von Motorgeneratoren und Gleichrichtern.

und rechts die bei den verschiedenen Drehspannungen verfügbare Kippleistung N_k aufgetragen. Diese ist beim Synchronmotorgenerator eine Gerade und ergibt bei 100 % Drehspannung eine Kippleistung von etwa 150 % der Nennleistung. Beim Asynchronmotorgenerator ist die Kippleistung eine Parabel; sie wurde bei Nennspannung zu 250 % des Nennwertes angenommen. In dem Quadranten rechts oben ist der Zusammenhang zwischen Drehspannung und der Leerlauf-Gleichspannung des Gleichrichters gegeben. Diese beträgt bei 100 % Drehspannung etwa 105 % des Nennwertes. An Hand dieses Diagrammes läßt sich sofort die Wirkung der Entlastung übersehen. Wenn z. B. die Drehspannung auf 85 % ihres Nennwertes sinkt und die Gleichrichterkennlinie sich nach B_2 verschiebt, dann ist noch eine Kippleistung von 130 % der Nennleistung an einem Synchronmotorgenerator verfügbar. Begrenzt man nun den Gleichstrom auf einen konstanten Wert von der Größe des Nennstromes, dann entsteht der Schnittpunkt *2*, der den neuen Betriebspunkt darstellt. Die Gleichstromleistung des Umformers ist auf

$$100\,\%\, I_n \cdot 85\,\%\, U_g = 85\,\%\, N_n$$

gesunken. Dieser Wert ergibt, in das Diagramm rechts unten eingetragen, den oberhalb der Kippleistung liegenden Punkt *2*; der Motorgenerator bleibt in Tritt. Die Entlastung durch einen einfachen Strombegrenzungsregler ist also für diesen Wert des Spannungsabfalles ausreichend.

Es ist aber einzusehen, daß die Entlastung nur so lange mit der sinkenden Drehspannung Schritt hält, als die Gleichspannung mitsinken kann, oder so lange, als die Gleichrichter Strom führen und damit die starre Verbindung zwischen Dreh- und Gleichspannung aufrecht erhalten. In dem gezeichneten Beispiel wird dies bis zum Punkt *3* der Fall sein, in welchem sich die Charakteristik des Überstromreglers I_R mit der Stromkurve des Netzes I_N schneidet. Von hier an übernimmt der Umformer den ganzen übriggebliebenen Netzstrom allein. Er wird also bei einer etwaigen weiteren Spannungsenkung nicht mitentlastet und muß bei einer Senkung der Drehspannung unter den Punkt *3* früher oder später außer Tritt fallen.

Wie hoch der Punkt *3* liegt, das hängt von dem Verhältnis des Netzstromes bei voller Spannung zu dem Nennstrom des Umformers ab. Je stärker der Motorgenerator ist, bei desto kleinerer Spannungsenkung beginnt die gefährdete Zone. Motorgeneratoren, deren Leistung im Verhältnis zum Netzstrom unter allen Umständen sehr klein ist, könnte man mit dem einfachen Überstromregler genügend schützen.

Bei einigermaßen bedeutenden Maschinen genügt der einfache Regler nicht mehr, sondern hier ist für den Synchronmotorgenerator wieder eine Herabsetzung des Stromes nach einer Parabel I_p notwendig, wie beim allein arbeitenden Umformer. Der Verlauf der Leistung am Motorgenerator wird dabei durch die Kurve N_p gegeben, der des Stromes durch die Parabel I_p. Der Gleichrichterstrom wird durch den Abstand zwischen I_p und I_N gegeben. Da dieser an keiner Stelle größer ist als bei voller Spannung, werden die Gleichrichter trotz Rückganges des Umformerstromes nicht überlastet.

Bei dem Parallelbetrieb zwischen Motorgeneratoren und Einankerumformern treten ganz ähnliche Erscheinungen auf wie bei dem mit Gleichrichtern. Sie sind gegenüber dem vorerwähnten Fall aber dadurch verschärft, daß der Einankerumformer im Gegensatz zum Gleichrichter in der Lage ist, Rückstrom aufzunehmen. Die Stromabgabe des Motorgenerators ist also nicht durch die Stromaufnahme des Gleichstromnetzes begrenzt, sondern kann noch weit darüber hinaus ansteigen, indem Leistung an das Drehstromnetz über die Einankerumformer zurückgeliefert wird.

Dieser Zustand kann aber auch dann noch eintreten, wenn der Strom des Motorgenerators auf einen konstanten Wert begrenzt wird. Dann entsteht nämlich wieder der Schnittpunkt *3* zwischen der Charakteristik I_R des Überstromreglers und der Linie I_N des Netzstromes (Abb. 5). Oberhalb des Schnittpunktes liefert der Einankerumformer noch Strom, unterhalb nimmt er Rückstrom auf. Die Größe des Rückstromes bei verschiedenen drehstromseitigen Spannungsenkungen ist gegeben durch die jeweilige Horizontalentfernung zwischen I_N und I_R. Ob dieser Betriebszustand vorübergehend ertragen werden kann, hängt sehr von den Eigenschaften des Einankerumformers ab. Wenn man im vorliegenden Beispiel annimmt, daß das Rückarbeiten bis zum vollen Nennstrom gestattet ist, dann könnten bei dem in Abb. 5 angenommenen Leistungsverhältnis Spannungsenkungen bis auf 7 % Restspannung ohne Überlastung ertragen werden, was ohne weiteres ausreichen würde, um weitaus die meisten Störungen zu überwinden. In diesem Fall braucht der Stromregler des Motorgenerators nicht von der Drehspannung abhängig zu sein, so daß sich eine besonders einfache und billige Einrichtung ergibt. Ist das Rückarbeiten aber nicht erlaubt, dann muß eine spannungsabhängige Herabsetzung des Stromes stattfinden.

Die einfache Schutzeinrichtung des normalen Überstromreglers ist also nur dann ausreichend, wenn mit dem Motorgenerator stets eine genügende Einankerumformer-Leistung parallelläuft und diese Einankerumformer für die Aufnahme größerer Rückleistungen geeignet sind. Sobald ein Alleinbetrieb des Motorgenerators in Frage kommt, ist stets eine von der Drehspannung abhängige Strombegrenzung notwendig.

C. Störungen und Abhilfe beim Parallelbetrieb der Umformer mit unabhängigen Gleichstromquellen.

Arbeiten Einankerumformer mit konstanten Gleichstromquellen parallel, dann treten bei drehstromseitigen Spannungsenkungen heftige Rückströme auf, die nach dem Vorschlag von Neumann[5] durch Vorschalten eines Widerstandes zu begrenzen sind. Bei richtiger Bemessung des Widerstandes kann der Umformer sogar unter ganz schwierigen Verhältnissen noch in Tritt gehalten werden. Der große, infolge der Übererregung eintretende Blindstrom ist am besten durch den schon anfangs erwähnten cos φ-Regler zu bekämpfen.

Synchronmotorgeneratoren, die mit Batterien oder großen Turbogruppen konstanter Spannung parallel arbeiten, verlangen eine der Drehspannung proportionale Verringerung des Gleichstromes, damit die Gleichstromleistung und das Drehmoment proportional der Drehspannung zurückgehen.

Motorgeneratoren mit Asynchronmotor verlangen im gleichen Fall eine quadratische Herabsetzung des Stromes, damit bei konstanter Gleichspannung die Leistung quadratisch zurückgeht, wenn die Drehspannung sinkt.

Bei der in Abb. 4 angeführten Schaltung zum Schutz von Motorgeneratoren war der Regler R_2 nur einphasig

[5] Neumann, ETZ 1927, S. 169

an die Drehspannung angeschlossen. Hierbei arbeitet der Regler nur dann richtig, wenn gerade die richtige Spannung von der störenden Senkung betroffen wird. Nun werden die behandelten Umformerstörungen durch Zusammenbruch der Drehspannung vielfach durch Kurzschlüsse auf den das Umformerwerk speisenden Freileitungen hervorgerufen, die nicht in allen Fällen dreiphasig sind, so daß bei einphasigem Anschluß der Schutzschaltung nicht immer ein ganz exaktes Arbeiten erwartet werden kann.

Will man diesen Mangel beseitigen, dann kann der Regler R_2 mit einem dreiphasigen Drehsystem ausgerüstet werden, dessen drei Spannungsspulen an die drei verketteten Spannungen angeschlossen werden. Die Drehmomente der drei Spannungsmeßsysteme addieren sich dann mechanisch, so daß alle drei Phasen gleichmäßig berücksichtigt werden.

Die vorgeschlagenen Einrichtungen sind verhältnismäßig einfach und können sich gerade in schwierigen Verhältnissen rasch bezahlt machen.

Die Penthode im Endverstärker.

Von Dipl.-Ing. **Peter Cornelius**, Berlin.

Übersicht. Die Anwendung der Penthode im Endverstärker für Tonfrequenz stößt trotz großer theoretischer Vorteile auf praktische Schwierigkeiten, da entweder die Wiedergabe nicht einwandfrei ist oder die abgebbare Leistung bei weitem nicht der theoretisch erreichbaren entspricht. Die schlechte Wiedergabe wird im Gegensatz zu anderen Auffassungen auf nichtlineare Verzerrungen der höheren Frequenzen zurückgeführt. Die daraus sich ergebenden Bedingungen und die Mittel für die richtige Bemessung von Penthodenverstärkern werden angegeben. Es wird gezeigt, daß die übliche Meßmethode zur Beurteilung der Güte von Penthodenverstärkern unbrauchbar ist.

Die Penthode.

Die Penthode ist ein Endverstärkerrohr, das außer Kathode, Steuergitter und Anode zwei weitere Gitter enthält, die zwischen Steuergitter und Anode angeordnet sind. Zunächst dem Steuergitter befindet sich das Schutzgitter, das an eine feste, der Kathode gegenüber positive Spannung gelegt wird. Zwischen Schutzgitter und Anode liegt das Fanggitter, das zur Kathode abgeleitet ist. Wegen dieses Gitters können aus der Anode freiwerdende Sekundärelektronen nicht zum Schutzgitter gelangen, auch wenn die Anodenspannung geringer als die Schutzgitterspannung wird. Verzerrende Schwächungen des Anodenstromes werden dadurch vermieden.

Das Schutzgitter verringert den Durchgriff der Anode durch das Steuergitter, der bei Endverstärkerröhren normalerweise 10 ... 25 % beträgt, auf etwa 1 ... 3 %. Infolgedessen ist der Anodenstrom fast unabhängig von der Anodenspannung, d. h. beim Einschalten eines Wechselwiderstandes (z. B. eines Lautsprechers) in den Anodenstromkreis und Anlegen einer Wechselspannung an das Steuergitter wird der entstehende Anodenwechselstrom durch die Rückwirkung der jetzt wechselnden Anodenspannung nur wenig geschwächt, da diese Schwächung proportional dem Durchgriff der Anode ist.

Die Arbeitsteilheit einer Penthode ist also annähernd gleich der statischen Steilheit im Gegensatz zur Eingitterröhre bei der die Arbeitsteilheit mit wachsendem äußeren Widerstand stark abnimmt. Der dadurch bedingte Vorteil der Penthode gegenüber einer Eingitterröhre mit gleicher Anodengleichstromleistung ist größere Verstärkung und größere unverzerrte Wechselleistung. Trotz dieser Vorteile wird die Penthode nur bei relativ billigen Rundfunkgeräten verwendet; bei teueren Rundfunkgeräten oder bei Kraftverstärkern hat sie sich bis jetzt nicht einbürgern können.

Die Verzerrungen des Penthodenverstärkers.

Benutzt man in einem für Eingitterröhren bemessenen Verstärker mit dem zugehörigen Lautsprecher eine Penthode, dann werden die hohen Töne mehr als bei der Triode verstärkt, wobei die Wiedergabe unangenehm scharf klingt. Man hat das folgendermaßen erklärt: Der innere Wechselwiderstand einer Penthode ist ein Vielfaches desjenigen einer gleichartigen Triode; der Wechselwiderstand der magnetischen und dynamischen Lautsprecher ist vorwiegend induktiv, d. h. mit der Frequenz steigend. Man paßt bei Verwendung von Eingitterröhren den Lautsprecher durch seine Wicklung oder durch einen Ausgangstransformator so an, daß sein innerer Widerstand über dem der Endröhre liegt (Überanpassung), d. h. bei tiefen Frequenzen nähert sich der äußere dem inneren Widerstand, die von der Eingitterröhre abgegebene Wechselscheinleistung wird bei niedrigen Frequenzen größer. Der hohe innere Widerstand der Penthode liegt bei Verwendung des gleichen Lautsprechers über dem äußeren Widerstand (Unteranpassung), d. h. bei hohen Frequenzen nähert sich der äußere dem inneren Widerstand, die von der Penthode abgegebene Wechselscheinleistung wird bei hohen Frequenzen größer.

Diese Erklärung trifft nicht den Kern, weil für unseren Fall nur die Wirkleistung interessiert, die an den Lautsprecher zur Schallabstrahlung und zur Deckung der Verluste abgegeben wird.

Bei Ohmscher Belastung gibt ein Generator maximale Wirkleistung ab, wenn der äußere Widerstand gleich dem inneren ist. Der magnetische und der dynamische Lautsprecher verhalten sich im wesentlichen wie ein Ohmscher Widerstand R_a in Reihe mit einer Induktivität vom Blindwiderstand R_j (Abb. 1). Die an den Lautsprecher abgegebene Wirkleistung ist

$$N_a = U_a^2/R_a\,,$$

wenn U_a der Spannungsabfall am Widerstand R_a ist. R_a kann sich aus Wirkwiderstand durch Schallabstrahlung, Drahtwiderstand und anderen Verlustwiderständen (durch mechanische oder Wirbelstrom- und Hystereseverluste) zusammensetzen.

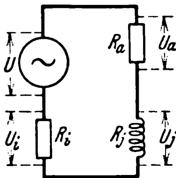


Abb. 1. Vereinfachtes Ersatzbild: Endröhre mit dynamischem Lautsprecher.

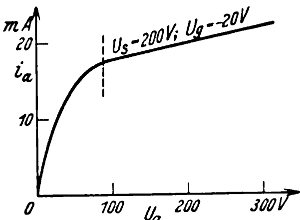


Abb. 2. Anodenkennlinie einer Penthode L 425 D bei gegebener Schirmgitter- und Gitterspannung.

Die erzeugende EMK der Endröhre sei U, ihr innerer Wechselwiderstand R_i, der den Spannungsabfall U_i verursacht; der Spannungsabfall am Scheinwiderstand R_j sei U_j. Dann ergibt sich

$$U^2 = (U_a + U_i)^2 + U_j^2 = U_a^2\,(1 + R_i/R_a)^2 + (R_j/R_a)^2\,U_a^2,$$

da $U_i = R_i\,U_a/R_a$ und $U_j = R_j\,U_a/R_a$ ist.

Es wird $N_a = \dfrac{U^2}{R_a\,[(1 + R_i/R_a)^2 + (R_j/R_a)^2]}$ ein Maximum, wenn der Nenner ein Minimum wird, d. h. wenn

$$R_a = \sqrt{R_i^2 + R_j^2}$$

ist. Ist nun R_a annähernd konstant und, wie bei Anwendung der Penthode, kleiner als R_i, dann wird bei steigender Frequenz, d. h. bei steigendem R_j, der Ausdruck unter der Wurzel immer größer; R_a entfernt sich von dem für maximale Wirkleistungsabgabe richtigen Wert mehr und mehr nach unten. Die Wirkleistungsabgabe fällt mit steigender Frequenz bei gleicher EMK.

Die unangenehm scharfe Tonwiedergabe bei Verwendung einer Penthode im Endverstärker ist also nicht auf vermehrte Leistungsabgabe bei hohen Tonfrequenzen zurückzuführen. Sie beruht vielmehr darauf, daß die Kurvenform der höheren Tonfrequenzen (oberhalb 300 ... 500 Hz) stark verzerrt wird (nichtlineare Verzerrungen), wie gleich gezeigt wird.

Um die Kurvenform einer Gitter-Wechselspannung im Anoden-Wechselstrom einer Eingitterröhre möglichst getreu zu erhalten, müssen zwei Bedingungen erfüllt sein:

Es darf kein der Kathode gegenüber positiver Augenblickswert der Gitterspannung auftreten (Übersteuerung der Gitterspannung).

Durch die wechselnden Gitterspannungen dürfen gekrümmte Teile der Arbeitscharakteristik nicht ausgesteuert werden (Übersteuerung des Anodenstromes).

Die Erfüllung dieser zweiten Bedingung wird bei Eingitterröhren dadurch erleichtert, daß durch Einschaltung eines Wechselwiderstandes in den Anodenstromkreis die Arbeitscharakteristik gegenüber der statischen Charakteristik verflacht und gleichzeitig die Krümmungen gestreckt werden. Dies ist um so mehr der Fall, je größer der äußere Widerstand gemacht wird.

Bei Verwendung einer Penthode müssen diese beiden Bedingungen ebenfalls beachtet werden. Da die Arbeitscharakteristik wegen des geringen Anodendurchgriffs fast die gleiche Steilheit und Form der statischen Charakteristik hat, tritt eine verflachende und streckende Wirkung des äußeren Widerstandes kaum auf. Gegenüber der Eingitterröhre muß jedoch noch eine dritte Grenze eingehalten werden, deren Nichtbeachtung bisher die Einführung der Penthode gehemmt hat.

Diese dritte Grenze ist die Krümmung der Anodenkennlinie, die bei nach Null gehenden Anodenspannungen auftritt (Abb. 2). Der Wert der Anodenspannung, unterhalb dessen diese Krümmung auftritt, ist bei einer gegebenen Penthode praktisch unabhängig von der Gitterspannung (Abb. 3), aber abhängig von der Schirmgitterspannung. Man kann durch Erniedrigung der Schirmgitterspannung diese Grenze nach unten verschieben (Abb. 4).

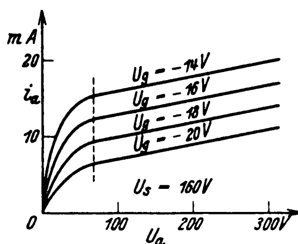


Abb. 3. Anodenkennlinien einer Penthode L 425 D bei gegebener Schirmgitterspannung und verschiedenen Gitterspannungen.

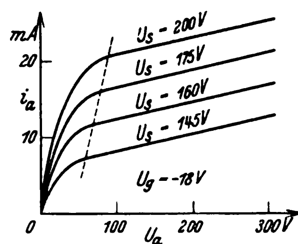


Abb. 4. Anodenkennlinien einer Penthode L 425 D bei gegebener Gitterspannung und verschiedenen Schirmgitterspannungen.

Bei tiefen Frequenzen wird die größte Leistung gebraucht. Um das Endrohr rationell zu betreiben, wird der Wechselwiderstand des Lautsprechers im Anodenkreis eventuell durch Anwendung eines Ausgangstransformators so bemessen, daß durch eine im negativen Bereich verlaufende Gitterwechselspannung der ganze geradlinige Teil der Gitterkennlinie bestrichen wird bei gleichzeitig voller Aussteuerung der Anodenspannung bis zur Krümmung der Anodenkennlinie (Abb. 2)[1].

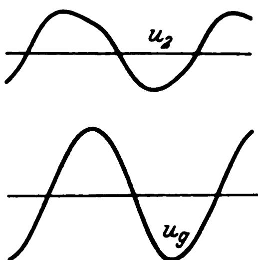


Abb. 5. Oszillogramm der Gitter- und Ausgangswechselspannung einer Penthode bei 250 Hz.

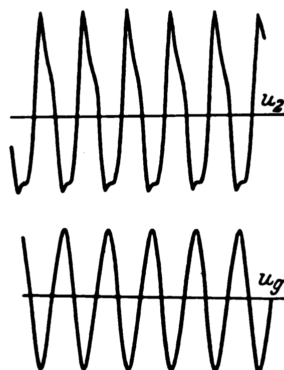


Abb. 6. Oszillogramm der Gitter- und Ausgangswechselspannung einer Penthode bei 1000 Hz.

Die Impedanz der Lautsprecherbelastung wird mit steigender Frequenz größer; der Anodenwechselstrom bei gleicher Gitterwechselspannung bleibt trotzdem wegen der Unteranpassung praktisch konstant, d. h. die Anodenwechselspannung steigt. Die negative Halbwelle unterschreitet die durch die Krümmung der Anodenkennlinie gegebene Grenze (Übersteuerung der Anodenspannung); der Scheitel dieser Halbwelle wird flachgedrückt, d. h. die Kurvenform der Anodenwechselspannung und damit des Anodenwechselstromes wird stark verzerrt, die Wiedergabe der höheren Töne wird unbrauchbar. Der Verfasser hat im Laboratorium der C. Lorenz AG. einige Oszillogramme aufgenommen, um diesen Sachverhalt zu veranschaulichen. Oszillogramm Abb. 5 und 6: Eine Penthode L 415 D arbeitet über einen Ausgangstransformator 35 : 1 auf einen dynamischen Lautsprecher Magnavox mit 6 Ω Gleichstromwiderstand der Schwingspule. Abb. 5 zeigt die Wechselspannung U_2 an der Schwingspule bei einer Gitterwechselspannung $U_g = 9$ V von der Frequenz 250 Hz; die Röhre ist voll ausgesteuert. In Abb. 6 ist die Frequenz bei gleicher Gitterwechselspannung auf 1000 Hz gesteigert. Die negative Halbwelle von U_2 ist abgeflacht.

[1] A. Forstmann, Z. Hochfrequenztechn. Bd. 38, S. 72 (1931).

Die Dimensionierung von Penthodenverstärkern.

Beeinflußt durch die oben wiedergegebene unzutreffende Erklärung der Penthodenverzerrungen, die bei Unteranpassung und induktiver Lautsprecherbelastung durch vermeintlich höhere Leistungsabgabe bei hohen Frequenzen hervorgerufen sein soll, hat man vorgeschlagen, den äußeren Widerstand wie bei der Triode überanzupassen. Man kommt dann zu Ausgangstransformatoren mit hoher Übersetzung, großen Windungszahlen, deren Kern meistens einen Luftspalt zur Verringerung der Gleichstromvormagnetisierung erhält, so daß die Wicklungskapazität und die Streuung des Transformators groß werden.

Ein derartiger Verstärker zeigt gegenüber dem mit Unteranpassung eine wesentlich größere Verstärkung, d. h. mit sehr kleinen Gitterwechselspannungen wird schon eine gewisse Leistungsabgabe erzielt. Die Tonwiedergabe hat tiefere Klangfarbe und erscheint angenehmer.

Trotzdem ist diese Dimensionierung zu verwerfen. Infolge des hohen äußeren Widerstandes treten die oben gekennzeichneten Verzerrungen durch Übersteuerung der Anodenspannung schon bei kleinen Gitterwechselspannungen auf. Durch die als Nebenschluß für höhere Frequenzen wirkende große Wicklungskapazität und die wie eine vor den Transformator geschaltete Induktivität wirkende Streuung werden zwar die Verzerrungen, die von höherer Frequenz sind als die zu verstärkende Grundfrequenz, weniger stark wiedergegeben; dafür werden aber auch alle anderen höheren Töne abgeschnitten. Die höhere Verstärkung wird mit dem Nachteil erkauft, daß die unverzerrt abgebbare Wechselleistung auf einen Bruchteil der erreichbaren sinkt. In Abb. 7 u. 8 sind Oszillogramme eines Gegentakt-Penthodenverstärkers mit zwei kleinen Penthoden Valvo L 510 D mit den Ausgangstransformatoren 130 : 1 und 50 : 1 gezeigt. Die Belastung ist ein dynamischer Lautsprecher Magnavox mit 6 Ω Schwingspulenwiderstand. Die Meßfrequenz ist 50 Hz, der innere Widerstand einer Penthode etwa 50 000 Ω; die Ruhespannung beider Röhren ist auf die Mitte des geraden Teiles der Gittercharakteristik gelegt.

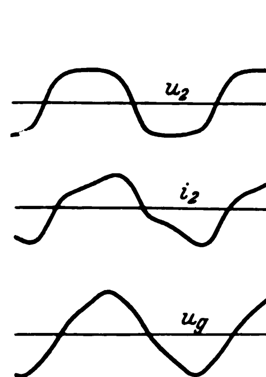


Abb. 7. Oszillogramm der Gitterwechselspannung, der Ausgangsspannung und des Ausgangsstromes zweier Penthoden im Gegentakt. Ausgangstransformator 130 : 1.

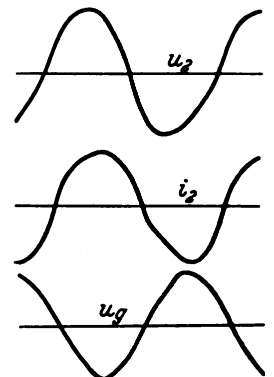
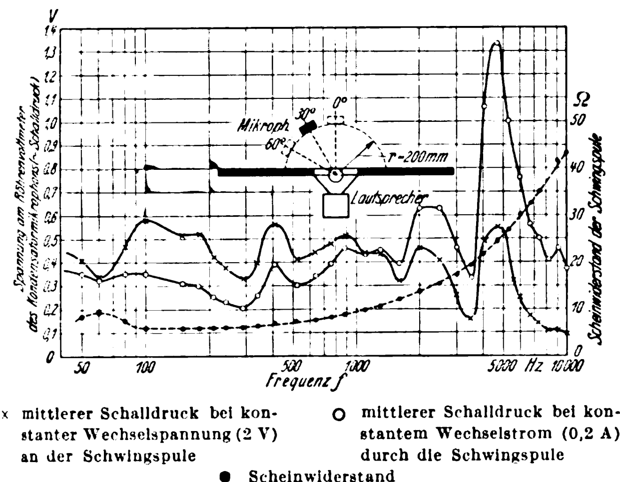


Abb. 8. Oszillogramm der Gitterwechselspannung, der Ausgangsspannung und des Ausgangsstromes zweier Penthoden im Gegentakt. Ausgangstransformator 50 : 1.

Bei dem Ausgangstransformator 130 : 1 (Abb. 7) ist der Verstärker schon bei einer Gitterwechselspannung $U_g = 14{,}5$ V vollkommen übersteuert, wie die Veränderung der Sekundärspannungskurve U_2 an der Lautsprecherspule gegenüber der Gitterspannungskurve zeigt. Die an den Lautsprecher abgegebene Leistung ist 0,34 W. Bei dem Ausgangstransformator 50 : 1 ist dagegen die Verzerrungsgrenze bei einer Gitterwechselspannung $U_g = 19{,}0$ V gerade erreicht, die abgegebene Leistung ist 1,23 W (Abb. 8). Die Anodengleichstromleistung war 4 W, von der also

rd. 30 % als unverzerrte Wechselleistung nach dem Ausgangstransformator abgenommen werden konnten.

Die zweite Aufgabe ist, Verzerrungen der Kurvenform (nichtlineare Verzerrungen) bei allen wiederzugebenden Frequenzen zu vermeiden. Diese Aufgabe kann beim Penthodenverstärker nur gelöst werden, wenn das Verhalten des Belastungswiderstandes bei allen in Betracht kommenden Frequenzen bekannt ist. Wir nehmen als Beispiel einen dynamischen Lautsprecher Magnavox, dessen Scheinwiderstand in Abhängigkeit von der Frequenz in Abb. 9



x mittlerer Schalldruck bei konstanter Wechselspannung (2 V) an der Schwingspule
o mittlerer Schalldruck bei konstantem Wechselstrom (0,2 A) durch die Schwingspule
● Scheinwiderstand

Lautsprecher Magnavox; Schwingspule 6 Ω; Erregung 220 V. Schallschirm 1 · 1 m.

Der mittlere Schalldruck ist das arithmetische Mittel aus je 3 Meßwerten, die den gezeichneten Mikrophonstellungen entsprechen; die Frequenzkurve des Mikrophons ist berücksichtigt.

Abb. 9. Scheinwiderstand und mittlerer Schalldruck eines dynamischen Lautsprechers bei veränderlicher Frequenz.

aufgetragen ist. Von 100 ... 300 Hz ist der Schwingspulenwiderstand praktisch gleich dem Gleichstromwiderstand der Schwingspule. Oberhalb 300 Hz steigt der Scheinwiderstand durch den Einfluß der Induktivität der Schwingspule, unterhalb 100 Hz liegt der mechanische Resonanzpunkt des Lautsprecherkonus; durch starke Bewegung der Schwingspule im Magnetfeld wird eine Gegen-EMK erzeugt, die den Widerstand erhöht. Dieser Lautsprecher sei durch einen idealen (verlust-, kapazitäts- und streuungsfreien) Ausgangstransformator an eine gegebene Penthode bei 100 ... 300 Hz auf maximale unverzerrte Leistungsabgabe unterangepaßt (s. S. 820). Ein Spannungsvorverstärker steuere die Penthode so, daß bei gleicher Eingangswechselspannung beliebiger Tonfrequenz das Gitter der Penthode verstärkte, gleiche, unverzerrte Wechselspannungen erhält.

Wir wählen die Eingangswechselspannung dieses Verstärkers zwischen 100 ... 300 Hz so groß, daß die Penthode voll ausgesteuert ist. Gehen wir dann bei gleicher Spannung mit der Frequenz höher oder tiefer, dann wird infolge des steigenden Scheinwiderstandes des Lautsprechers die Anodenspannung der Penthode übersteuert, u. zw. um so mehr, je größer der Belastungscheinwiderstand wird. Wir sind gezwungen, durch zusätzliche Maßnahmen die Anodenwechselspannung der Penthode bei jeder Frequenz unterhalb der Verzerrungsgrenze zu halten.

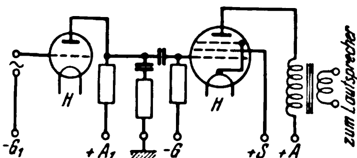


Abb. 10. Penthodenverstärker mit Frequenzfilter für Belastung mit induktivem Anteil.

Bei tiefen Frequenzen ist es möglich, die mechanische Resonanz des Lautsprechers durch mechanische Mittel zu dämpfen. Für die höheren Frequenzen schaltet man z. B. eine Reihenschaltung von Kapazität und Widerstand parallel zum Anodenwiderstand des Vorverstärkers (Abb. 10). Die Größe des Kondensators bestimmt im Zusammenhang mit dem inneren Widerstand des Vorrohres die Frequenz, oberhalb deren eine Schwächung eintritt; der Widerstand begrenzt diese Schwächung, so daß hohe Frequenzen noch übertragen werden. Bei hohen Frequenzen braucht die Schwächung trotz steigenden Scheinwiderstandes des Lautsprechers nicht größer zu werden, weil im allgemeinen die hohen Frequenzen mit geringeren Amplituden auftreten als die tiefen.

Diese Schwächung bestimmter Frequenzen beim Penthodenverstärker ist bei der angegebenen Belastung unbedingt erforderlich, um die für das Ohr unerträglichen nichtlinearen Verzerrungen zu verhindern. Sie hat zunächst nichts mit der Forderung zu tun, daß alle Frequenzen gleichmäßig verstärkt wiedergegeben werden sollen.

Dies ist die dritte Aufgabe, die ein Verstärker zu erfüllen hat. Auch diese Forderung kann nicht ohne Kenntnis des zu benutzenden Lautsprechers erfüllt werden.

Man hat diese Aufgabe so definiert, daß ein Verstärker bei konstanter Eingangspannung verschiedener Frequenz konstante Wechselleistung an den Lautsprecher abgeben müsse; andere Überlegungen besagen, daß die Antriebskraft im Lautsprecher proportional dem Strom sei, deswegen müsse der Verstärker im angegebenen Falle konstanten Wechselstrom durch den Lautsprecher schicken. Diese Formulierungen sind nicht einwandfrei. *Durch den Lautsprecher soll am Ohr des Hörers der gleiche Schalldruck erzeugt werden, der am Aufnahmemikrophon des Senders, der Schallplatte, des Tonfilms herrscht.* Für unseren Verstärker heißt das: *konstante tonfrequente Eingangspannung verschiedener Frequenz soll konstanten Schalldruck mittels des Lautsprechers erzeugen.*

In Abb. 9 sind die mittleren Schalldruckkurven des oben angeführten Lautsprechers in Abhängigkeit von der Frequenz einmal für konstanten Wechsel*strom* in der Schwingspule, das andere Mal für konstante Wechsel*spannung* an der Schwingspule aufgenommen worden.

Streng genommen müßte der Verstärker bei konstanter Eingangspannung verschiedener Frequenz Werte von Strom oder Spannung an den Lautsprecher abgeben, die diesen Kurven reziprok sind. Man sieht aber, daß bei konstanter *Wechselspannung* verschiedener Frequenz an der Schwingspule der vom Lautsprecher erzeugte mittlere Schalldruck ziemlich gleichmäßig verläuft, wenn man die geringe Empfindlichkeit des Ohres gegen Schalldruckunterschiede in Rechnung zieht. Der Penthodenverstärker, der ursprünglich bei konstanter Eingangspannung verschiedener Frequenz annähernd konstanten Strom durch einen Lautsprecher mit teilweise induktivem Widerstand schickt, gibt mit Frequenzfilter unter gleichen Bedingungen annähernd konstante Spannung. Das zur Vermeidung nichtlinearer Verzerrung notwendige Frequenzfilter beeinflußt also gleichzeitig die Schalldruckkurve der Kombination Penthodenverstärker—dynamischer Lautsprecher in günstigem Sinne.

Zum Schluß sei bemerkt, daß die beim Triodenverstärker übliche Aufnahme der Frequenzkurve mit rein Ohmscher Belastung unter gleichzeitiger Messung des Klirrfaktors beim Penthodenverstärker für die Bewertung unbrauchbar ist.

Ein Penthodenverstärker ohne Frequenzfilter würde bei rein Ohmscher Last und Unteranpassung eine annähernd geradlinige Leistungskurve bei geringem Klirrfaktor ergeben. Trotzdem ist dieser Verstärker, wie oben gezeigt wurde, mit einem Lautsprecher mit induktiver Charakteristik wegen starker Verzerrungen unbrauchbar. Dagegen zeigt der für diese Belastung richtig dimensionierte Penthodenverstärker mit Frequenzfilter bei der angeführten Messung eine stark abfallende Leistungskurve; trotzdem liefert er eine brauchbare Schalldruckkurve.

Einzelantrieb der Rollen von Walzwerksrollgängen.

Bis vor kurzem war es allgemein üblich, die in einem Rollgang zusammengefaßten Rollen durch Sammelantrieb von Hauptmotoren aus über Zahnräder, lange Wellenstränge und Kegelräder anzutreiben. Die für die Antriebe übliche offene Bauart verursachte bei der in Walzwerksbetrieben herrschenden Verunreinigung der Luft mit feinen Staubteilchen hohen Verschleiß der Übertragungsglieder und der Lagerstellen; sie beanspruchte eine sorgfältige Wartung, die aber durch die Unzulänglichkeit der Schmierstellen behindert wurde. Großer Kraftbedarf der Antriebsmotoren und großer Aufwand für Ersatzteile waren die Folge. — Man wandte sich daher dem *Einzelantrieb* zu[1].

Von dem Gedanken ausgehend, daß mechanische Übertragungsglieder, die dem Verschleiß ausgesetzt sind, vollständig vermieden werden sollen, entwickelte Karl *Schulte* eine Elektrorolle wie in Abb. 1 dargestellt.

Bei dieser Rolle ist der Motor im Rollenmantel eingebaut, wobei der Wicklungsträger mit der feststehenden

[1] W. *Albrecht*, Stahl u. Eisen Bd. 51, S. 929.

Achse, und der Kurzschlußrotor mit dem Rollenmantel verbunden ist. Um mechanische Übersetzungsglieder zu vermeiden, wird eine Umformung der Periodenzahl in einem Periodenumformer vorgenommen. Rollen dieser Art werden von der Schloemann A.G. gebaut.

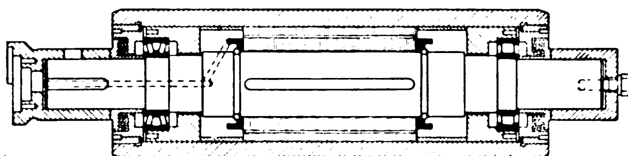


Abb. 1. Elektrorolle System Schulte der Schloemann AG.

Die Notwendigkeit, bei derartigen Antrieben die Periodenzahl des Netzes umwandeln zu müssen, hat die Konstrukteure von Walzwerkseinrichtungen veranlaßt, nach Einzelantrieben zu suchen, bei denen unmittelbar an das Netz von 50 Hz angeschlossene Motoren Verwendung finden können. Es mußten allerdings in diesem Falle Übersetzungsglieder irgendwelcher Art in Kauf genommen werden. Eine derartige einzelne Rolle ist die Demagrolle, die sehr vorteilhaft mit Ritzel und Innenzahnkranz angetrieben ist[2]. Eine ganze Reihe anderer Einzelantriebe macht von der Übertragung durch Reibung Gebrauch. Bei der von der Firma Maschinenfabrik Quast, Köln-Rodenkirchen, hergestellten Rollgangsrolle mit Einzelantrieb (Abb. 2) treibt der Motor üblicher Umdrehungszahl eine unterhalb der Rolle gelagerte Achse geringen Durchmessers an, auf der die Rolle mit ihrem Mantel ruht. Die gegen Verdrehung gesicherte Achse der Rolle ist in einem Schlitz senkrecht verschiebbar angeordnet, so daß der Rollenmantel sich unter dem Einfluß des Eigengewichtes und des Walzgutgewichtes, vermehrt um den Druck einer zur Vorspannung dienenden Feder, auf die angetriebene Achse aufdrücken kann. Dadurch entsteht zwischen den aus verschleißfestem Hartguß hergestellten ringförmigen Teilen des Rollenmantels und der angetriebenen Achse eine Reibungskraft, die die Mitnahme des Rollenmantels bewirkt. Die Bauart Witkowitz (Abb. 3) benutzt ebenfalls die Reibungskraft zur Übertragung und Übersetzung des von dem Elektromotor ausgeübten Drehmomentes. Der von einer einstellbaren Feder auf ein schwenkbares Vorgelege ausgeübte Druck preßt das auf dieses fliegend aufgesetzte Reibrad gegen einen verschleißfesten mit der Rolle verbundenen Reibring und bewirkt die Mitnahme der Rolle.

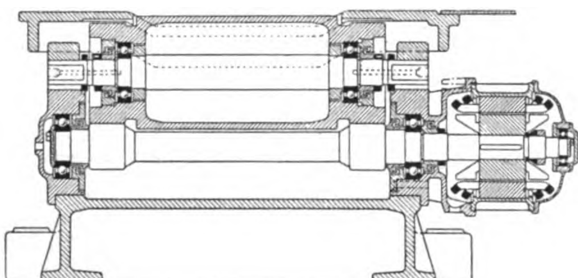


Abb. 2. Einzelantriebsrolle Bauart Quast.

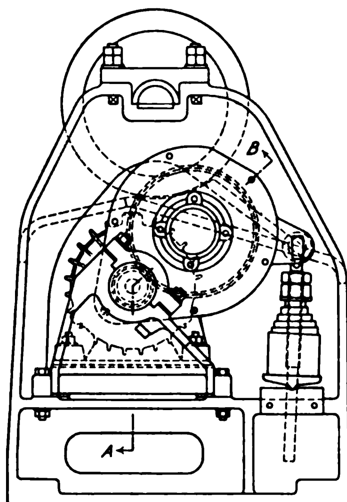
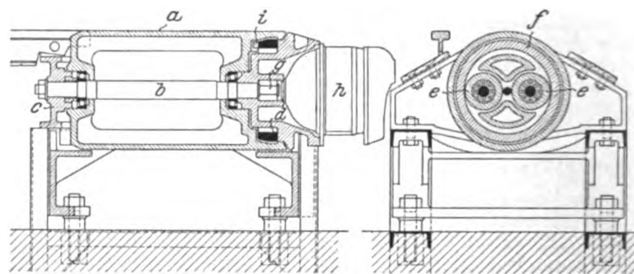


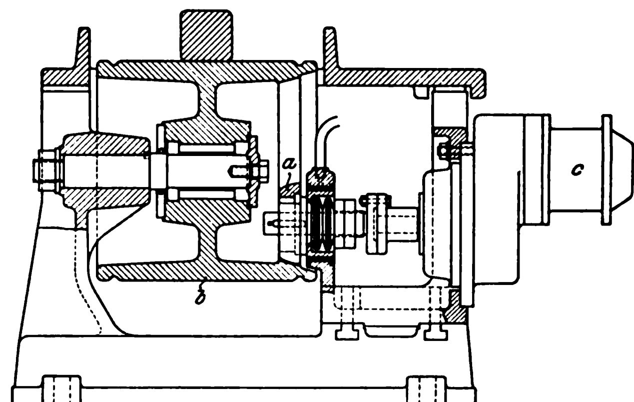
Abb. 3. Einzelantrieb von Rollen Bauart Witkowitz.

Zwei weitere, unter sich grundsätzlich verschiedene, auf der Übertragung durch Reibungskraft beruhende Einzelrollenantriebe, hat die Firma Fried. Krupp, Grusonwerk, entwickelt. Beiden gemeinsam ist, daß der Rollenmantel von innen angetrieben ist. Bei der in Abb. 4 dargestellten doppelt gelagerten Rolle ist diese auf der festliegenden Welle in Rollenlagern gelagert. Die Welle ruht ihrerseits in 2 Lagerschildern, in deren einem das Reibradgetriebe gelagert und der Motor angeflanscht ist. Der freie Motorzapfen treibt 2 seitlich von ihm gelagerte Mitnehmerringe durch Reibung an. Der Reibungsdruck wird erzeugt durch das Eigengewicht eines Außenringes, der die beiden Mitnehmerringe schließend umgreift. Durch Nocken ist dieser Außenring mit dem Rollenmantel gekuppelt. — Eine fliegend gelagerte Rolle nach Bauart derselben Firma zeigt die Abb. 5.



a Rollgangsrolle *d/f* Reibring *h* Motor
b Rollenachse *e* Mitnehmerringe *i* Mitnehmernocken
c Lagerschild *g* Motorzapfen

Abb. 4. Einzelrolle der Firma Krupp-Grusonwerk.



a Reibungsrolle *b* Rollenmantel *c* Antriebsmotor

Abb. 5. Fliegende Rolle der Firma Krupp-Grusonwerk.

Eine kegelige Reibungsrolle kleinen Durchmessers wird über ein Zahnradgetriebe vom Motor in Umdrehung versetzt. Durch Federn nachstellbar gelagert, wird sie in den freien Innenkegel der fliegenden Rolle eingedrückt und versetzt dadurch den Rollenmantel in Umdrehung.

Durch die Anwendung richtig gebauter Elektrorollen wurden viele Schwierigkeiten im Betrieb von Rollgängen beseitigt. Es wurden aber auch durch sie neue Möglichkeiten der Verwendung von Förderrollen beispielsweise in gekrümmten Bahnen oder auf nicht ortsfesten Bauteilen geschaffen. *Sb.*

[2] Vgl. ETZ 1929, S. 1208.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter.

Nr. 316.

Auf Grund des § 9 des Gesetzes vom 1. VI. 1898 betreffend die elektrischen Maßeinheiten ist der Schlesischen Elektrizitäts- und Gas-Aktien-Gesellschaft in Gleiwitz die Genehmigung erteilt worden, als Elektrisches Prüfamt 20 amtliche Prüfungen von Elektrizitätszählern und elektrischen Meßgeräten auszuführen, und zwar

mit Gleichstrom	bis 100 A 300 V im Amt „ 300 A 300 V am Betriebsort
mit Wechsel- und Drehstrom	bis 1000 A 6000 V im Amt „ 1500 A 6000 V am Betriebsort

(Verfügung des Reichsministers des Innern vom 11. V. 1932, Reichsministerialblatt Nr. 21, 1932).

Berlin-Charlottenburg, den 26. V. 1932.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Ölkabel. — 1. Wirtschaftlichkeit. D. W. Roper kommt bei der Auswertung der am Verteilungsnetz von Chicago gewonnenen Erfahrungen an Ölkabeln und auf Grund eingehender, sämtliche Kostenanteile berücksichtigender Berechnungen hinsichtlich der Eignung von Ölkabeln in wirtschaftlicher Hinsicht zu folgendem Ergebnis: Bei heutigen Strompreisen und üblichen Isolationsstärken sind Ölkabel für 66 kV bei Leistungen zwischen 25 000 und 48 000 kVA wirtschaftlich. Für 48 000 ... 120 000 kVA kommen Einleiterkabel mit normaler Isolation in Betracht. Hiermit könnten Ölkabel nur dann in Wettbewerb treten, wenn die Kabelkosten um 10 ... 15 % und die Zubehörkosten um etwa 30 % gesenkt werden könnten. Leistungsfaktormessungen an 132 kV-Kabeln mit herabgesetzter Isolationsstärke während 8 Monaten bei täglichen Belastungszyklen zeigten, daß die Isolationsstärke ohne Schaden vermindert werden kann; maßgebend dürfte die Wanderwellenüberspannung, nicht die normale Beanspruchung sein. Man rechnet damit, im Laufe der nächsten 10 ... 15 Jahre bei 132 kV-Kabeln die Isolationsstärke von 18,2 mm auf 12,8 mm senken und die Übertemperatur des Leiters von 65° auf 80° C steigern zu können. Das würde bei gleicher Belastbarkeit eine Durchmesserverkleinerung von etwa 7,3 cm auf etwa 6 cm bedeuten. Das Bestreben wird in Zukunft ferner dahin gehen, die kostspieligen Ölbehälter durch Erhöhung der Elastizitätsgrenze des Bleimantels und Herabsetzung des Ausdehnungskoeffizienten des Öls und durch eine gewisse Kompressibilität der Isolation überflüssig zu machen. Damit würde man zu einfacheren und erheblich billigeren Ölkabelanlagen gelangen, als sie heute möglich sind.

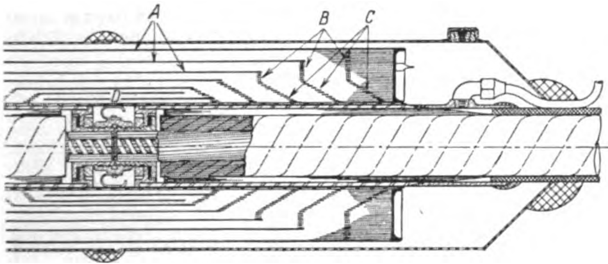


Abb. 1. Kondensatormuffe.

2. Projektierung von Ölkabelanlagen. G. B. Shanklin und F. H. Buller haben eingehend untersucht, welche Anforderungen bei Ölkabelanlagen an das Öl selbst zu stellen sind. Zu berücksichtigen sind dabei die großen Temperaturunterschiede, die zwischen Leerlauf im Winter und Vollast im Sommer auftreten. Es ist gelungen, praktische Unterlagen für die Ermittlung der erforderlichen Ölmenge bei gegebenen Abmessungen des Kabels, der Ölbehälter und der Kabelkanäle zu gewinnen. Wegen der vielen Einzelheiten, welche hierbei zu berücksichtigen sind, muß auf die Originalarbeit und die darin behandelten Beispiele, denen verschiedene Profile der Kabeltrace zugrundegelegt sind, verwiesen werden.

3. Kabelzubehör. R. W. Atkinson und D. M. Simmons schildern die Bemühungen zur Vereinfachung und Verbesserung der Verlegung und Ausrüstung von Ölkabeln. Die leitenden Gesichtspunkte sind: Transportmöglichkeit des Kabels mit Ölfüllung, keine Neufüllung auf der Strecke; Anbringung von Trennmuffen, um die Kabellänge beliebig wählen zu können, selbsttätige Überwachung der Gesamtanlage, Ölkanäle in den Trensen bei Mehrleiterkabeln. Die Ölausdehnungsbehälter sind so gebaut, daß sich in mit unter Druck stehendem Gas gefüllten Außenbehältern ein kompressibler Ölbehälter befindet, auf den außer dem Gasdruck noch der Druck einer Feder wirkt, so daß das Öl stets unter höherem Druck als das Gas steht. Leckt also der Ölbehälter, so kann doch kein Gas in das Öl eintreten, sondern dieses strömt aus, und die Fehlermeldeeinrichtung macht die Zentrale aufmerksam.

Für Muffen und Endverschlüsse bewährt sich das Kondensatorprinzip. Die erfolgreichste und zugleich billigste Konstruktion soll die aus der Abb. 1 ersichtliche sein. Die Kondensatoren sind konzentrische, gegeneinander isolierte Zylinder *A* und *D*. Sie endigen in leitenden, aus schmalen Foliebändern gewickelten Konussen *B* und *C*, deren Neigungswinkel nach Maßgabe der günstigsten Feldverteilung berechnet wird. Das Kondensatorgebilde stellt eine für sich herstellbare, mittels Kupfermantels abgeschlossene Einheit dar, die aus einer langen Papierbahn mit Folieeinlagen auf ein Rohr aus festem Isolierstoff gewickelt, getrocknet, getränkt, verschlossen und dann über die Verbindungstelle geschoben wird. Kontaktfedern verbinden über einen Metallring im Isolierrohr den innersten Kondensator mit der Leiterklemme. Mit steigender Spannung wächst entsprechend die Anzahl der Kondensatoren, alle Abmessungen lassen sich jedoch für jede Spannung genau vorherbestimmen. (D. W. Roper, Shanklin, Buller, Atkinson, Simmons, Electr. Engng. Bd. 50, S. 874.) *Eg.*

Abgestimmte Fernstromleitungen. — Die in den verschiedenen Ländern für die Normalfrequenzen getroffene Wahl nahm vor allem auf die Eigenschaften und das Verhalten der Maschinen und Transformatoren Rücksicht; Leitungen wurden wegen der damals in Betracht kommenden geringen Leistungen und Entfernungen vollkommen außer acht gelassen. An Hand der bekannten „Telegraphen"gleichungen[1] werden die Regel- bzw. Stabilitätsbedingungen langer Wechselstromleitungen erläutert. Ergebnis: Geringe lastabhängige Spannungsänderung, geringer Ladestrom und hohe Stabilität verlangen niedrige Betriebsfrequenz. Die Verhältnisse werden um so ungünstiger, je mehr man sich dem Viertelwellenlängen-Betrieb $\left(\frac{1}{4}\lambda = \frac{300\,000}{4f} \text{ in km}\right)$ nähert. Im Bereich zwischen ¼ und ½ Wellenlänge ist nur die statische Stabilität (Widerstand der Nutzlast konstant), dagegen nicht die „synchrone" Stabilität (Widerstand der Nutzlast sinkt mit fallender Netzspannung, z. B. Motoren mit Nebenschlußcharakteristik, Metallfadenlampen[2]) gewährleistet. Die Übertragungsverhältnisse werden wieder gut, wenn der Halbwellenlängen-Betrieb erreicht bzw. wenig überschritten wird, weil dann die induktiven und kapazitiven Blindleistungen jedenfalls bei Leerlauf im Gleichgewicht sind; eine derartige Anlage verhält sich nach Angabe des Verfassers etwa wie eine kurze Wechselstromleitung, d. h. sie vermag trotz ihrer Länge eine hohe Leistung zu übertragen, welche mehrfach größer ist als z. B. die Förderleistung einer Leitung, die nur den 4. Teil der Entfernung überbrückt. Diese zunächst für die verlustlose Leitung durchgeführten und qualitativ allgemein gültigen Betrachtungen werden durch die Leitungsverluste, mehr noch durch die Impedanzen der am Leitungsanfang und -ende angeschlossenen Maschinen quantitativ modifiziert. Über die durch den Nutzstrom in der großen Leitungsinduktivität hervorgerufenen Blindverluste und deren Kompensationsnotwendigkeit ist nichts erwähnt; hier liegt offenbar ein beachtlicher Unterschied gegenüber der kurzen Wechselstromleitung, welcher die „synchrone" Stabilität doch beträchtlich einschränkt.

Der aus den Überlegungen des Verfassers entspringende Vorschlag geht nämlich dahin, die Frequenz für jede Fernleitung so zu wählen, daß die Anlage im Bereich kurz oberhalb einer halben Wellenlänge arbeitet. Der wirtschaftliche Erfolg soll dadurch gesichert sein, daß die am Leitungsanfang und -ende erforderlichen Frequenz-Umformereinrichtungen durch den Fortfall von stabilitätserhaltenden Synchronmaschinen sowie durch den Gewinn an Übertragungsvermögen wettgemacht bzw. die Ersparnis eines ganzen Stromkreises erreicht werden.

Nach den Ausführungen über den Einfluß der Lastimpedanz wäre die Frequenz den wechselnden Belastungsverhältnissen anzupassen, sie müßte also während des Betriebes veränderlich sein; hierüber sind keine Mitteilungen gemacht. Weiterhin sollte man nicht übersehen, daß der Fortfall eines Übertragungstromkreises auch den Reservegrad der Anlage — häufig sogar bis auf Null — herabsetzt. Ebenso muß die Unzulässigkeit von energiezuführenden oder -abnehmenden Zwischenstationen im all-

[1] Z. B. Fraenckel, Theorie der Wechselströme, 2. Aufl. S. 182.
[2] Tröger, Hütte 1931, Bd. 2, S. 1128.

gemeinen als wirtschaftlicher und technischer Mangel bewertet werden, ganz abgesehen von den in der Leitungsmitte zu erwartenden erheblichen Überspannungen bei Kurzschluß am Leitungsende. Laboratoriumsversuche mit einer künstlichen Halbwellenlängen-Leitung und einem Synchronmotor bestätigen das theoretisch zu erwartende Verhalten der Anordnung. (H. H. Skilling, Electr. Engng. Bd. 50, S. 634.) *Lr.*

Apparate.

Verhalten der Auslösevorrichtung des Ölschalters bei der Clevelandschaltung. — Die gewöhnliche Anordnung der Cleveland-Auslösevorrichtung (Abb. 2) an Ölschaltern mit Handeinschaltung benutzt den Magnetkern der Auslösespule direkt oder über einen Hebel zum Lösen der Verklinkung des Ölschalterschlosses. Dabei verlangt die Spule, um sicher auslösen zu können, einen kräftigen Eisenkern bzw. vom Wandler eine beträchtliche Leistung, die sich beim Anziehen des Magnetkerns so steigern kann, daß die Bemessung der Wandler hinsichtlich ihrer Bürde zu knapp ist. Versuche von P. Denzel haben ergeben, daß das sichere Auslösen des Schalters nur erreicht wird, wenn die Ansprechstromstärke der Auslösespule auch während des Hochgehens des Kernes beibehalten wird. Für die Belastung des Wandlers ist also die Impedanz der Spule bei angezogenem Kern maßgebend. Es hat sich nun herausgestellt, daß dann Nennbürden von rd. 8 bis 30 Ω notwendig sind, so daß man genötigt wäre, anstatt Wandler der Klasse G oder S solche der Klasse E zu verwenden, die für den vorliegenden Zweck zu teuer sind. Wird die Ansprechstromstärke der Spule unterschritten, so verzögert sich zum mindesten die Auslösung, und der bestehende Kurzschluß der Anlage wird meistens schon von anderer Seite abgeschaltet.

A A S S Abzweig

A Auslösespulen
S Sicherungen

Abb. 2. Cleveland-Schaltung.

Wird die Entklinkung des Ölschalterschlosses aber durch einen Kraftspeicher besorgt, dessen Feder durch das Einschalten gespannt und dann verriegelt wird, so ist der Leistungsbedarf der Auslösespule und damit die Belastung des Stromwandlers außerordentlich klein. Eine sichere Auslösung wird außerdem dadurch bewirkt, daß die Entklinkung des Ölschalterschlosses nicht mehr von der Stromstärke der Auslösespule abhängig ist, sondern durch die immer gleichbleibende Federkraft des Kraftspeichers erfolgt. Schließt man in diesem Falle die Spule an einen Wandler *S* an, so kann keinerlei Abweichung von dessen Nennübersetzungsverhältnis als Folge eines gesteigerten Leistungsbedarfs der Spule festgestellt werden. (P. Denzel, Elektr.-Wirtsch. Bd. 29, S. 530.) *Ka.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Das Ionenwind-Voltmeter. — Der in einem starken elektrischen Feld durch Ionenstöße und Mitnahme von Luftmolekülen durch Ionen erzeugte elektrische Wind (Ionenwind) besitzt eine Kühlwirkung, die von Thornton, Waters und Thompson zur Entwicklung eines neuartigen Spannungsmessers für hohe Gleich- und Wechselspannungen bis 300 kV verwendet worden ist. Das Instrument wird nur für einpolige Erdung ausgeführt und besteht im Prinzip aus einer kugelförmigen Hochspannungselektrode, der gegenüber in mehr oder minder großer Entfernung, je nach dem Meßbereich, ein auf wenig unterhalb Rotglut elektrisch erwärmter Heizdraht (Platin-Gold-Legierung) angeordnet ist, der einpolig geerdet wird.

Wird an das Ionenwind-Voltmeter eine zur Stoßionisation am Heizdraht hinreichende Spannung gelegt, so wird durch den Ionenwind der Heizdraht abgekühlt und sein Ohmscher Widerstand bis zu 25% verkleinert. Legt man daher den Heizdraht als vierten Zweig in eine Wheatstonesche Brücke, deren übrige Teile in größerer Entfernung vom Ionenwind-Voltmeter angeordnet sein können, und gleicht die Brücke vor Anlegen der Hochspannung ab, so wird nach dem Anlegen der Hochspannung das Gleichgewicht der Brücke durch die Widerstandsänderung des Heizdrahtes gestört werden. Der Ausschlag des Brückengalvanometers ist dann ein Maß für die Größe der Hochspannung.

Bei angelegter Gleichspannung hat der Ionenwind nur eine Richtung, bei Wechselspannung überlagert sich einem Wind in gleicher Richtung ein Wind, der mit Netzfrequenz pulsiert. Man kann nun bei zu messender Wechselspannung den Wind in gleicher Richtung unterdrücken, indem man beide Elektroden mit Hüllen aus Isolierstoff umgibt. Um den Heizdraht muß dabei ein genügender Luftraum zur Ausbildung des Ionenwindes wechselnder Richtung bleiben. Das ganze Instrument wird in einem Blechgehäuse untergebracht und der Raum zwischen den Isolierhüllen mit Öl ausgefüllt (Abb. 3). Die Verfasser erhielten damit ein betriebsicheres Instrument, von dem ein 38 kV-Modell (166 kV Prüfspannung) im englischen Verteilungsnetz zur Spannungskontrolle eingebaut ist.

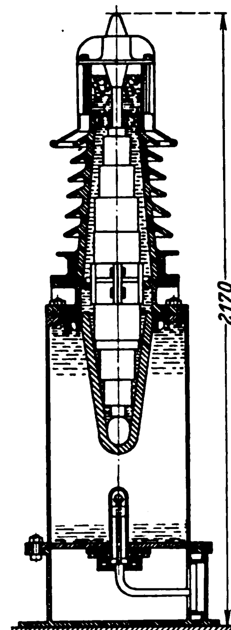


Abb. 3. Ionenwind-Voltmeter.

Das Ionenwind-Voltmeter hat den Vorteil, daß es direktzeigend ist und seine Angaben auf weitere Entfernungen übertragen werden können. Diese Vorteile sollten die Verfasser wohl nur für die Messung hoher Gleichspannung in Anspruch nehmen dürfen, da für die Messung hoher Wechselspannung bessere Lösungen bekannt sind. Nachteile des Instrumentes sind: Sein Meßbereich ist nach unten durch die erst bei einer bestimmten Spannung einsetzende Stoßionisation begrenzt, nach oben durch starke sichtbare Entladungen am Heizdraht, die die Abkühlung des Heizdrahtes durch eigene Wärmeentwicklung aufheben. Die Angaben des Instrumentes sind in zum Teil komplizierter Weise abhängig von Luftdruck, Feuchtigkeit und Frequenz und in ganz besonderem Umfange von der Kurvenform. Dabei stehen die Angaben des Instrumentes weder zum Effektivwert noch zum Scheitelwert der Kurve in einem eindeutigen Verhältnis. Hinzu kommt die Abhängigkeit des Instrumentes von einer für Brücke und Heizung gemeinschaftlichen Hilfstromquelle. Wegen der vorher genannten Vorteile dürfte dem Instrument Bedeutung für die Messung hoher Gleichspannungen zukommen. (W. M. Thornton, M. Water u. W. G. Thompson, J. Inst. electr. Engr. London Bd. 69, S. 533.) *Ptf.*

Meßvereinfachungen bei der Prüfung von Kabeln und Pupinspulen in den Lieferwerken. — Reischel behandelt einige Beispiele von Meßvereinfachungen schaltungstechnischer bzw. organisatorischer Natur bei den Werks-Abnahmemessungen für Kabellängen und Pupinspulen. Bestrebungen in dieser Richtung sind sehr zu begrüßen, wenn man bedenkt, daß schon bei der Fabrikation von Kabellängen und Spulen außerordentlich viele Überwachungsmessungen ausgeführt werden müssen, um die Pflichtenheftswerte der DRP zu kontrollieren.

Während des Fabrikationsganges einer Fernkabelspule sind etwa 100 Messungen auszuführen, während des Fabrikationsganges einer Fernkabellänge ist etwa die Zahl von 1000 Messungen für jede Doppelader anzusetzen. Bei dem heutigen hohen Stande der Fabrikationstechnik der Lieferwerke begnügt sich die DRP bei der Abnahme von Kabellängen und Spulen im allgemeinen mit Stichproben, doch beträgt die durchschnittliche Zahl der Messungen je Spule immerhin noch etwa 10, bei Fernkabellängen etwa 20 ... 30 je Doppelader. Man ersieht also daraus, daß jede Meßvereinfachung bei Zeitersparnis als wirtschaftliches Moment gerade in der heutigen Zeit besonders hoch zu werten ist. Im einzelnen weist der Verfasser auf folgende Meßvereinfachungen hin:

Messung der Gleichstrom-Widerstandsdifferenz bei Kabellängen und Spulen mit Hilfe einer Differenzmeßbrücke an Stelle der Einzelader-Widerstandsmessungen und rechnerischer Differenzbildung.

Isolationsmessungen an Kabellängen unter Zusammenfassung von mehreren Doppeladern zu Gruppen statt der Einzelmessung jeder Doppelader.

Direkte Erfassung des kilometrischen Wertes der Betriebskapazität von Doppeladern durch Einstellung eines den Kabellängen entsprechenden Brückenverhältnisses und Erleichterung der Auswertung

durch Ergänzung der Vergleichskondensatorstufen auf ihren Dekaden-Sollwert.

Beschleunigung der Messung der Nachbarvierer-Kopplungen durch Verwendung eines sog. Vierer-Fortschreitschalters in Verbindung mit zweckmäßigen Signalisierungseinrichtungen für die Anlegerin.

Erleichterung der Messung der Induktivität von Pupinspulen bei Verwendung der sog. Dekadenmeßbrücke durch zahlenmäßige Angleichung des einen Brückenzweiges an das Normal, wobei nach Abgleich der andere Brückenzweig den gesuchten Induktivitätswert ergibt.

Messung der Verlustwiderstands-Zunahme mit der Frequenz bei Pupinspulen unter Verwendung einer Differenzmeßbrücke und eines in Verlustwiderstands-Zunahmewerten geeichten Normals.

Erleichterung bei Messung der Nebensprechdämpfungen durch Verwendung des sog. Röhrenspannungsmessers mit optischer Ablesung.

Vereinfachte Messung des Nebensprechens zwischen geschirmten Rundfunkleitungen durch Verwendung des nach der Nullmethode arbeitenden elektrostatischen und elektromagnetischen Kopplungsmessers der AEG. (H. Reischel, AEG.-Mitt. 1931, S. 42.) *Vk.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Stromversorgung elektrischer Hauptbahnen in den V. S. Amerika. — In einer interessanten Broschüre des Hauptbahn-Elektrisierungs-Komitees der National Electric Light Association (NELA) findet sich u. a. eine übersichtliche Zusammenstellung zur Frage der Stromversorgung der in den V. S. Amerika elektrisierten Bahnen. Die Zusammenstellung, die hier wiedergegeben ist, ist ein interessanter Beitrag zu der Frage, ob der Strombedarf für Hauptbahnen von den Bahnunternehmen selbst erzeugt oder von Stromversorgungsgesellschaften eingekauft werden soll. Sie läßt erkennen, daß der Stromeinkauf weitaus häufiger anzutreffen ist als die Eigenerzeugung; die daraus sprechende Auffassung hat bekanntlich auch in Europa Platz gegriffen. (N. E. L. A. Publ. Nr. 165, November 1931.) *-sd-*

Unternehmen	Erzeuger-anlage	Einkauf von anderen Hauptbahnen	Einkauf von Stromversorgungsgesellschaften
Baltimore & Ohio R. R.			
Baltimore Tunnel	0	0	X
Staten Island Linien	0	0	X
Boston & Maine R. R.			
Hoosac Tunnel	0	0	X
Boston, Revere Beach & Lynn R. R.			
Boston und Vororte	0	0	XX
Butte, Anaconda & Pacific Ry.			
Butte-Anaconda	0	0	X
Canadian National Rys.			
St. Clair Tunnel	0	0	X
Chicago, Milwaukee, St. Paul & Pacific R. R.			
Betriebsabteilung Rocky Mountain	0	0	X
„ Küste	0	0	XX
„ Great Falls	0	0	X
Cleveland Union Terminals Co.			
Endbahnhof Cleveland	0	0	X
Delaware, Lackawanna & Western R. R.			
New York und Vororte	0	0	XXX
Betriebsabteilung Wallabout	0	0	X
Erie Railroad			
Rochester-Mt. Morris	0	0	X
Ft. Dodge, Des Moines & Southern R. R.			
Central Iowa	X	0	0
Great Northern Ry.			
Wenatchee-Skykomish	0	0	X
Illinois Central R. R.			
Chicago und Vororte	0	0	XX
Long Island R. R.			
New York und Vororte	0	X	XX
Bay Ridge Güterlinie	0	X	X
Michigan Central R. R.			
Detroit River Tunnel	0	0	X
New York Central R. R.			
New York und Umgebung	X	(*)	(X)
New York, New Haven & Hartford R. R.			
Nantasket Beach	0	0	X
Providence-Fall River	0	0	X
New York-Woodlawn	0	X	0
Woodlawn-New Haven und Zweigbahnen, Westchester Linie, New York Verbindungslinie	X	(*)(X)	XX
Norfolk & Western Ry.			
Bluefield-Iaeger	X	(X)	(X)
Northwestern Pacific R. R.			
Marin Halbinsel	0	0	X
Pennsylvania R. R.			
Camden-Atlantic City	0	0	X
New York und Umgebung	X	(X)(*)	X
Philadelphia und Vororte	0	0	X
Reading Company			
Philadelphia und Vororte	0	0	X
Southern Pacific Co.			
East Bay Städte	X	0	0
Virginian Railway			
Mullens-Roanoke	X	(X)	0

Zeichenerklärung für die Zahlentafel:

0: Verneinung.
X: Bejahung (z. B. „Eigenanlage“). Mehrere X-Zeichen bedeuten, daß sich verschiedene Gesellschaften in die Stromlieferung teilen.
( ): ( )-Zeichen bedeutet gegenseitigen Stromaustausch.
(*): Reservestromlieferung durch andere Hauptbahn-Gesellschaften.

Beleuchtung.

Osram-Philips-Polychromröhren. — Bekanntlich liefern Edelgasröhren mit Neon-, Neon- und Quecksilber- sowie Heliumfüllung die Grundfarben rot, blau und weißrosa. Durch Verwendung von besonderen Filtergläsern ist es möglich, die Farben grün und gelb herzustellen. Es wäre nun ohne weiteres möglich, durch Verwendung von besonders gefärbten Gläsern noch einige weitere

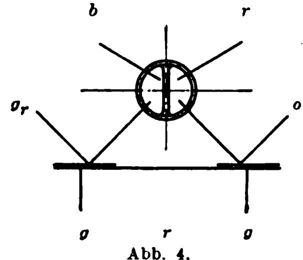


Abb. 4.

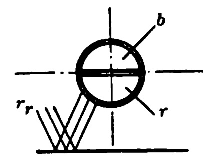


Abb. 5.

Farbennuancen zu erhalten, jedoch sind die erzielten Farbenabweichungen entweder so gering oder die Lichtausbeute derart unwirtschaftlich, daß man allgemein von der Herstellung solcher Röhren Abstand nahm. Bei den Polychromröhren der Osram-Philips-Neon A.-G., Berlin, werden nun die neuen Farbeneffekte nicht durch Fil-

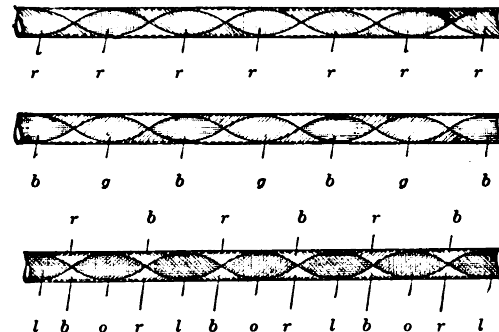


Abb. 6.

Zeichenerklärung zu Abb. 4...6.

b	blau	o	orange	g_r	grün reflektiert
g	grün	r	rot	o_r	orange „
l	lila	w	weiß	r_r	rot „

trierung, sondern durch gleichzeitige Verwendung mehrerer Leuchtfarben in ein und demselben Rohr nebeneinander erzielt. Durch die sich hierbei ergebenden Farbenmischungen werden ganz neue und einzigartige Farbeneffekte erzielt, wobei es natürlich außerdem ohne weiteres möglich ist, durch Verwendung von Filtergläsern neben den Grundfarben auch die Mischfarben in Erscheinung treten zu lassen. Diese Röhren bestehen aus einem Glasrohr, in das eine der Länge nach durch das ganze Rohr laufende Trennwand eingesetzt ist. Beide Rohrhälften bilden geschlossene Systeme für sich und können mit zwei verschiedenen Gasfüllungen versehen werden, so daß dementsprechend die beiden Rohrhälften auch in verschiedenen Farben leuchten. Die äußere Glaswand oder die Trennwand kann aus Klar- oder Filterglas bestehen. Normalerweise wird man die Röhren so verwenden, daß die Zwischenwand senkrecht zur Schriftebene liegt. Bei Verwendung einer schwarzen Trennwand liefert die Röhre die Farben rot-blau oder rot-grün. Durch Verwendung eines entsprechend gefärbten Reliefkörpers, z. B. weiß mit gelber Fassette, ergibt sich als reflektiertes Licht noch bei einer rot-blauleuchtenden Röhre orange und grün (Abb. 4). Ist die schwarze Trennwand waagerecht zur Schriftebene angebracht (Abb. 5), so erscheint die Röhre selbst blau auf rot angeleuchtetem Hintergrund. Wird die Trennwand innerhalb des Rohres verdrillt so erscheinen die beiden Leuchtfarben spiralförmig entlang der ganzen Röhre verlaufend. Durch Schalteffekte

kann man jeweils nur eine Farbe erscheinen lassen, so daß das Rohr einmal rot-schwarz, blau-schwarz und endlich rot-blau aufleuchtet. Ist die Trennwand aus Klarglas, so erhält man außer den beiden Grundfarben auch eine Mischfarbe. Aus den Grundfarben rot-blau entsteht die Mischfarbe lila. Bei kleinen Rohrdurchmessern ergibt sich als Mischfarbe ein intensiv weißes Licht, dessen Charakter dadurch beeinflußt werden kann, daß man die Stromstärke des rot- bzw. blauleuchtenden Teiles variiert. Auch hier ist eine Verdrillung der Trennwand möglich. Die bei diesen Röhren auftretenden Farbeneffekte sind aus der Abb. 6 ersichtlich. Eine außerordentlich schöne Wirkung läßt sich mit Röhren erzielen, deren Zwischenwand aus gelbem Filterglas besteht. Diese Röhre liefert bei Anwendung von Schalteffekten folgende Farben: Rot, blau, grün und gelb-orange. Durch Verdrillung dieser Röhre entstehen außerdem noch Mischfarben, so daß die Röhre beinahe sämtliche Farben des Regenbogens aufweist (Abb. 6). *Ka.*

Fernmeldetechnik.

Strahlung von Antennen. — Strutt hat den Einfluß der Erdbodeneigenschaften auf die Strahlung von Antennen für eine Wellenlänge von 1,42 m untersucht. Der Sender arbeitete in der Rückkopplungschaltung mit einer eigens für diesen Zweck angefertigten Röhre. Bei Veränderung der Höhe der Sendeantenne zeigte die Empfangsintensität Maxima und Minima, weil am Empfänger die direkt vom Sender ausgesandte Strahlung und die am Erdboden reflektierte Strahlung interferierten. Aus der Größe der Maxima und Minima läßt sich der Reflexionskoeffizient des Erdbodens bestimmen, der wieder von der Dielektrizitätskonstanten und der Leitfähigkeit des Erdbodens abhängt. Aus den Messungen ergibt sich, daß die Leitfähigkeit der Erde für kurze Wellen stark mit abnehmender Wellenlänge ansteigt. Messungen über die Polarisationsrichtung und Aufnahme von Strahlungsdiagrammen in einer vertikalen Ebene bestätigten diese Folgerung. (M. J. O. Strutt, Ann. Physik Bd. 9 [5. Folge], S. 67.) *Br.*

Nachweis der Literatur über elektrische Wellen und Feldstärkemessungen. — Das Bureau of Standards hat einen sehr umfassenden Nachweis der Literatur über elektrische Wellen, Feldstärkemessungen u. dgl. zusammengestellt, geordnet nach den Unterabteilungen: Strahlung; Wellenphänomene; Fadingerscheinungen; tägliche und jahreszeitliche Schwankungen; Schwankungen der Ausbreitungsrichtung; meteorologische, geophysikalische und kosmische Einflüsse; Einfluß einer Sonnenfinsternis; Reflexion, Refraktion, Diffraktion, Absorption und Polarisation elektrischer Wellen; Kennelly-Heaviside-Schicht; Wellenstirn; Ausbreitungsformeln; atmosphärische Störungen; Feld-, Signal- und Geräuschstärke. Die Zusammenstellung enthält 620 Literaturverweise, die hauptsächlich aus der deutschen, englischen und amerikanischen Fachliteratur stammen; wichtigere Arbeiten sind durch eine kurze Inhaltsangabe gekennzeichnet. Wertvoll ist auch eine beigefügte Autorenliste. (Proc. Instn. of Radio Engr. Bd. 19, S. 1034.) *But.*

Fernsehen in England. — Soeben ist in der englischen Zeitschrift „Television“ die erste amtliche Bekanntgabe über die Beteiligung der Britischen Rundfunkgesellschaft (BBC) an der Verbreitung von Fernsehprogrammen erschienen. Danach ist damit zu rechnen, daß mit regelmäßigen Fernsehprogrammen, die über die englischen Rundfunksender verbreitet werden, in der Zeit vom 15. bis 20. Juli begonnen wird. Diese Darbietungen sollen an vier Abenden in jeder Woche gesandt werden. Die Fernsehgesellschaft Baird, deren System benutzt wird, bleibt weiterhin bemüht, die Fernsehempfangsgeräte zu verbessern. Der jetzt erreichte Entwicklungstand des Fernsehens gestattet bereits den Fernsehfreunden den Bau von Fernsehempfangsgeräten für einige englische Pfund. Die neue Ausführungsform des Heimfernsehers von Baird hat dem älteren Modell gegenüber den Vorzug, daß das Bild auf einen Schirm von 22,86 cm Höhe und 10,16 cm Breite geworfen wird und infolgedessen allen in dem Zimmer Anwesenden sichtbar ist, während bisher höchstens vier Personen die Fernsehdarbietungen durch eine Linse beobachten konnten. Technisch erregt die neue Form insofern Interesse, als zum erstenmal in einem Heimfernsehgerät die Kerrzelle als Lichtrelais zur Erzeugung von Licht und Schatten in dem Bild benutzt wird. Die Zelle ist so gebaut, daß sie keine übermäßig hohen Spannungen braucht. Neu ist ferner die Verwendung einer Spiegeltrommel anstatt der Lochscheibe. (Electrician Bd. 58, S. 855 u. The Times, v. 28. VI. 1932.) *Gth.*

Die Madengefahr. — An der Isolation der Verteilerdrähte eines Londoner Fernsprechamts hat man kürzlich zahlreiche Löcher festgestellt, die teilweise bis auf den metallischen Leiter hinabgingen und sich besonders in den Drähten der unteren Lagen vorfanden. Die Zerstörungen waren, wie man ermittelte, durch die überaus häufig vorhandenen madenartigen Larven einer kleinen Motte verursacht worden, der Wollmotte (Tineola Bisselliella). Die etwa 6,35 ... 9,5 mm langen Larven besitzen einen weißen mit Haaren besetzten Körper und einen braunen Kopf, entwickeln während ihres zehnwöchigen Larvenstadiums einen beträchtlichen Appetit — wobei sie übrigens Gummi-Isolation nicht angreifen — und verpuppen sich dann in einem feinen Gespinst, dem nach etwa 2 Wochen die Motte entkriecht, die 2 lange Fühler und Flügel mit goldigem Glanz besitzt. Eine weibliche Motte legt innerhalb ihrer ein- bis zweiwöchigen Lebensdauer bis zu 150 Eier. Als Gegenmaßnahme hat man in dem Fernsprechamt die Verteilerdrähte kräftig bewegt und gebürstet, die herausfallenden Insekten auf Bogen aufgefangen und verbrannt. Auch ist eine Erhitzung des Hauptverteilers auf 60 °C für 48 h vorgeschlagen, aber nicht ausgeführt worden, weil man das Schmelzen des Wachses in den Endverschlüssen fürchtete. Z. Zt. macht man Versuche mit chemischer Behandlung der Drähte, um die Larven zu vernichten und ihnen die Isolation ungenießbar zu machen. (J. C. Dallow, Post Office electr. Engr. J. Bd. 24, Teil 2, S. 131.) *But.*

Verschiedenes.

Internationale Lehrkurse für den elektrischen Nachrichtenverkehr in Verbindung mit dem C.C.I. — Der internationale Fernsprechverkehr hat sich in den Jahren nach dem Kriege stürmisch entwickelt. Die Bedingungen dazu sind durch ein großzügiges internationales Netz von Leitungs- und Funkverbindungen geschaffen worden, in dessen Anlage die Deutsche Reichspost führend mitgearbeitet hat. Es ist bekannt, daß die Technik, die diese Leistungen ermöglicht, sich auf den Erfindungen der Pupinspule und der Verstärkerröhre aufbaut. In stetiger Weiterentwicklung hat sie die Entfernungschranken, die sich früher dem Fernsprechweitverkehr entgegenstellten, überwunden. Die betriebsichere Zusammenarbeit von hochempfindlichen, auf sorgfältigste gegenseitige Abstimmung eingerichteten elektrischen Anlagen über große Entfernungen, Länder und Meere hinweg stellt natürlich hohe Anforderungen an Organisation, Technik und Betrieb des Verkehrs. Es ist die Aufgabe der internationalen Vereinigungen, des Welttelegraphen- und Weltfunkvereins, vor allem aber der internationalen Ausschüsse für den Fernsprechweitverkehr, für Funkwesen und für Telegraphie, die Vorbedingungen für diese Zusammenarbeit zu schaffen. In diesen Ausschüssen wirken hervorragende Fachleute aller Länder in vorbildlicher Weise zusammen. Aber der Stab der Mitwirkenden ist beschränkt, die Hauptarbeit drängt sich auf die Vertreter weniger Länder zusammen, ein Teil der Mitarbeiter tritt aus der Tätigkeit wieder heraus; anderseits erweitert sich das Arbeitsgebiet immer mehr, die Spezialisierung nimmt zu, es wächst also der Bedarf an Fachleuten, die das gesamte Stoffgebiet so vollständig beherrschen, daß sie im eigenen Lande in leitenden Stellen wirken und an der Entwicklung in den internationalen Ausschüssen schöpferisch mitarbeiten können. Mit diesem Bedarf wächst auch das Bedürfnis nach Ausbildungsmöglichkeiten für diesen wichtigen und umfassenden Aufgabenkreis. Die Unterrichtung aus der Buch- und Zeitschriftenliteratur genügt dazu nicht. In den großen Fernsprechländern sind zwar wissenschaftliche Institute, Veranstaltungen der Verwaltungen und der Industrie vorhanden, die Gelegenheit geben, sich über bestimmte Gebiete, auf denen fertige Ergebnisse vorliegen, zu unterrichten, aber es fehlt an einer planmäßigen zusammenfassenden Behandlung des umfangreichen Sondergebiets, die unter Ausscheidung dessen, was bereits Gemeingut geworden ist, die Fragen und Aufgaben, die durch die laufende Entwicklung gestellt werden, und die Wege zur Weiterarbeit im Anschluß an das Gewordene zeigt. Das Bedürfnis zu einer solchen lehrmäßigen Zusammenfassung wird mit dem Wachstum der internationalen Einrichtungen, aus dem dauernd neue Aufgaben entsprießen, immer dringender. Es könnte durch ein besonderes internationales Lehrinstitut verwirklicht werden. Ein solches würde aber sehr kostspielig werden und könnte leicht in die Gefahr kommen, sich von der lebendigen Praxis zu entfernen. Einfacher, zweckentsprechender und billiger sind Lehrkurse, die am besten im Auftrage des C.C.I. abwechselnd in den Hauptstädten der wichtigeren Fernsprechländer gehalten werden. In diesen Städten, wo die leitenden Stellen der Fernsprechbetriebe und die

entsprechende Industrie zentralisiert sind, werden die nötigen Lehrmittel und Lehrkräfte zur Verfügung stehen. Die Heranziehung von auswärtigen Spezialisten in dem notwendigen Maße wird keine Schwierigkeiten machen. Das Lehrgebiet wird zweckmäßig in Parallelkurse zu teilen sein, die nicht in strenger Trennung durchgeführt zu werden brauchen. Beispielsweise würden 4 Kurse wie folgt eingeteilt werden können: 1. Organisation und Verwaltung, 2. Betriebstechnik, 3. Übertragungstechnik, 4. Starkstrombeeinflussung der Schwachstromanlagen. Das Lehrgebiet ist zwar außerordentlich groß. Wenn es aber auf Dinge beschränkt wird, die noch nicht Allgemeingut geworden sind, so wird man für den Anfang mit einem fünftägigen Kursus im Jahr auskommen. Bei Auswahl des Stoffgebietes wird auf den Ort der Tagung und seine Lehrmöglichkeiten Rücksicht zu nehmen sein. Die Kosten werden sich bei der gebotenen Sparsamkeit auf etwa 10 000 bis 15 000 RM für den Kursus beschränken lassen. Sie werden durch Beiträge von den Verwaltungen, vielleicht auch von Teilnehmern, die nicht den Verwaltungen angehören, gedeckt werden können. Die Vorschläge stellen dem C.C.I. eine neue aussichtsvolle Aufgabe für die internationale Zusammenarbeit. Es ist zu wünschen, daß sie bald praktische Verwirklichung finden. (P. Craemer, A. Ebeling und K. Küpfmüller, Europ. Fernsprechdienst 1932, H. 28, S. 85.) *Ebg.*

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Die Erzeugung der 122 Elektrizitätswerke war im Mai 1932 um 35,9 Mill kWh (3,4 %) geringer als im Vormonat und ist hinter der Produktion im Mai 1931 um 127,7 Mill kWh (11,6 %) zurückgeblieben; arbeitstäglich betrug diese Abnahme bei dem gleichen Prozentsatz 5,323 Mill kWh, dagegen ergibt der Unterschied der Arbeitstage gegenüber dem April eine leichte Steigerung um 1,749 Mill kWh (4,5 %), die das Reichsamt hauptsächlich damit erklärt, daß im Mai die wenn auch geringe Erzeugung besonders zahlreicher Sonn- und Feiertage sich auf die Werktage rechnerisch mit verteile. Der Anschlußwert ist bei den liefernden 103 Werken im April gegen den März um 19 000 kW und gegen den Parallelmonat des Vorjahres um 0,187 Mill kW (4 %) gewachsen. Der Verbrauch der gewerblichen Abnehmer weist im Vergleich zum März eine Erhöhung um 3,2 Mill kWh, gegen den April 1931 aber eine Senkung um 51,4 Mill kWh (11,7 %) auf, die arbeitstäglich 3,386 Mill kWh (18,5 %) ausmachte; im Verhältnis zum Vormonat war der arbeitstägliche Konsum um 0,468 Mill kWh schwächer.

Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh: insgesamt		arbeitstäglich		Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer: Anschlußwert Mill kW		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931
I.	25	26	1137,8	1357,6	45,5	52,2	4,7	4,6	389,5	462,5	15,6	17,8	3,3	3,9
II.	25	24	1079,6	1208,5	43,2	50,4	4,8	4,6	387,4	438,5	15,5	18,3	3,3	4,0
III.	25	26	1058,5	1266,9	42,3	48,7	4,7	4,6	385,6	458,8	15,4	17,6	3,2	3,8
IV.	26	24	1012,7	1133,2	38,9	47,2	4,8	4,6	388,8	440,2	14,9	18,3	3,1	4,0
V.	24	24	976,8	1104,5	40,7	46,0		4,6	.	443,4	.	18,5	.	4,0

fm.

Die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1931. — Während in der Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke für 1930 der Einfluß der Weltkrise noch wenig in Erscheinung trat[2], zeigt die Statistik für 1931[3] deutlicher den allgemeinen Niedergang. Es gibt allerdings auch Ausnahmen. So hat z. B. das Badenwerk einen erheblichen Zuwachs nicht nur des Stromabsatzes, sondern auch der Höchstleistung und der Benutzungsdauer zu verzeichnen. Im Ausland ist der Niedergang weniger zu bemerken als im deutschen Reichsgebiet. Näheres zeigt die nebenstehende Tabelle, in der dieselben 9 reichsdeutschen und 8 ausländischen Werke wie im Vorjahr enthalten sind.

Es erscheint auf den ersten Blick verwunderlich, daß sich die Benutzungsdauer der Höchstleistung (IV) gegenüber den Vorjahren nur unwesentlich geändert, teils sogar erhöht hat. Das liegt aber daran, daß diese Höchstleistung (III) gegenüber der installierten Leistung (V) sehr ge-

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1605; 1932, S. 686.
[2] ETZ 1931, S. 1530.
[3] **Statistik für das Jahr 1931.** Herausg. v. d. Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V., Berlin 1932. Mit Daumenreg. u. 405 S. in 4°. Zu bez. durch Selbstverlag. Preis geb. 35 RM.

Zahlentafel 1.

	Werk	Abgabe ab Sammelschienen 1000 kWh I		Nutzbare Abgabe 1000 kW II		Gesamte Höchstleistung kW III		Benutzungsdauer der gesamten Höchstleistung h IV = I/III		Gesamte Leistungsfähigkeit kVA V	Benutzungsdauer bei cos φ = 0,70 h VI = I/(V × 0,7)	Eigenerzeugung 1000 kWh VII	Eigene Höchstleistung kW VIII	Benutzungsdauer der eigenen Höchstleistung h IX = VII/VIII	Eigene Erzeugerleistung kW X	Benutzungsdauer der eigenen Erzeugerleistung h XI = VII/X
		1930	1931	1930	1931	1930	1931	1930	1931	1931	1931	1931	1931	1931	1931	1931
Inland	1. Berlin, Bewag	1 418 768	1 341 082	1 290 643	1 213 547	463 200	418 000	3067	3208	1 180 719	1632	947 363	284 800	3326	742 850	1275
	2. Berlin, Elektrowerke A.G.	2 234 194	1 766 768	2 132 471	1 671 473	384 000	333 000	5810	5305	853 000	2961	1 766 768	333 000	5305	735 950	2387
	3. Biberach, Bezirksverband OEW	140 705	178 729	118 949	155 456	45 500	38 900	3092	4630	220 000	1160	128 713	34 000	3790	55 485	2320
	4. Dresden, A.G. Sächsische Werke	991 961	859 090	848 347	715 685	240 500	221 800	4125	4101	573 000	2141	851 634	208 500	4085	457 191	1865
	5. Ellwangen, Überlandwerk Jagstkreis A.G.	30 245	20 718	23 816	20 718	11 100	10 600	2725	2505	42 812	692	851	1 800	470	10 250	83
	6. Eßlingen, Neckarwerke A.G.	122 531	87 606	99 400	87 606	37 590	32 230	3260	3471	175 299	714	29 480	7 020	4199	31 573	934
	7. Hamburg, Hamburgische Electricitäts-Werke A.G.	449 140	424 378	391 717	370 042	129 400	120 540	3472	3680	305 924	1981	436 620	119 850	3630	225 180	1939
	8. Karlsruhe, Badenwerk	310 356	445 275	282 350	420 121	72 000	90 000	3415	5380	382 491	1773	139 979	63 600	2615	57 680	2427
	9. Stuttgart, Städt. E.W.	176 216	171 810	145 529	141 315	54 291	60 681	3246	2908	167 700	1463	98 969	35 105	2819	85 215	1161
Ausland	10. Amsterdam, Städt. E.W.	429 748	440 364	390 567	398 471	120 826	119 653	3557	3915	252 000	2496	467 984	119 653	3915	171 945	2722
	11. Budapest, „	224 796	239 621	180 223	193 010	71 500	68 500	3144	3650	244 885	1521	231 855	68 500	3650	149 410	1552
	12. Danzig, „	44 001	42 523	39 914	38 818	12 480	11 620	3548	3678	38 912	1561	29 470	8 720	3379	21 480	1372
	13. Hermannstadt, Hermannstädter Elektrizitätswerk A.G.	12 123	11 648	9 835	9 839	3 780	3 880	3207	3088	15 680	1061	11 984	3 880	3088	5 800	2066
	14. Kopenhagen, Städt. E.W.	158 784	148 637	134 317	122 799	67 200	56 200	2363	2644	124 090	1596	129 282	56 200	2300	70 600	1831
	15. Malmö, „	69 926	69 797	63 985	63 520	19 803	18 025	3531	3878	28 538	3494	76	2 900	26	4 780	16
	16. Wien, „	539 110	519 517	405 331	390 922	166 290	164 030	3241	3296	395 550	1876	327 791	130 540	2511	235 000	1471
	17. Zürich, „	277 683	275 878	218 091	216 937	62 300	72 700	4457	3820	141 320	2789	218 104	63 000	3460	88 900	2453

sunken ist. Außerdem dürften infolge der wirtschaftlichen Verhältnisse die Leistungspitzen nicht so in Erscheinung getreten sein wie früher. Ein richtigeres Bild geben 1. die Benutzungsdauern der gesamten installierten Leistungen für Eigenerzeugung und Bezug (VI), 2. die der eigenen Höchstleistungen (IX) und 3. die der eigenen Erzeugerleistungen (XI). Diese Werte für 1931 habe ich diesmal in der Tabelle aufgenommen und, da die installierte Gesamtleistung in der Statistik in kVA angegeben ist (V), die Benutzungsdauer für den Wert bei $\cos\varphi = 0,7$ berechnet (VI). Man sieht, daß sowohl von der Gesamtleistung (V) als auch von der eigenen Erzeugerleistung (X) meist nur ein recht kleiner Teil ausgenutzt werden kann und demnach für unsere Elektrizitätsindustrie kaum Aussichten für Aufträge auf Erweiterungen winken.

Die Zahl der Unternehmungen hat sich durch weitere Zusammenschlüsse sowohl im Deutschen Reich als auch im Ausland nur unwesentlich verkleinert. Beim Bezirksverband OEW Biberach tritt in der Tabelle der Zusammenschluß mit dem Bezirksverband Heimbachkraftwerk in Freudenstadt in Erscheinung. Büggeln.

Eigenstrom oder Fremdstrom? — Unter diesem nicht ganz zutreffenden Titel macht R. Schruf Angaben darüber, durch welche Maßnahmen eine 20 Jahre alte Eigenerzeugungsanlage so verbessert worden ist, daß die Erzeugungskosten einer Kilowattstunde von 4,60 Pf auf 3,14 Pf zurückgingen. Ein Vergleich mit den Kosten des Fremdstrombezuges wird nicht angestellt, sondern nur gesagt: „Eine Gegenüberstellung dieser Stromkosten und der für Fremdstrom z. Z. gültigen Preise entschied die Frage Eigenstrom oder Fremdstrom eindeutig zugunsten des Eigenstromes.“ Für die Entscheidung der im Titel aufgeworfenen Frage sind also nicht die geringsten Beiträge oder Unterlagen geliefert. 10 Punkte freilich führt Schruf noch auf, die beachtet werden sollen, „ehe das entscheidende Wort auf Stillegung der Eigenzentrale gesprochen wird“. Diese Punkte enthalten aber nur Selbstverständliches, wie daß man die Kosten der Fremdstrom-kWh frei Werkschalttafel unter Berücksichtigung der Wirkungsgrade von Transformatoren und Umformern kennen muß und ähnliches mehr; auch lassen sie die Unparteilichkeit gegenüber der gestellten Frage vermissen; so wird beispielsweise der sehr wichtige Vorteil des Fremdstrombezuges gar nicht erwähnt, daß einerseits bei schwacher Beschäftigung der Fabrik das bei Fremdbezug stets kleinere Anlagekapital sich günstig auswirkt und daß anderseits notwendig werdende Vergrößerung der Kraftanlage sich mit geringeren Mitteln und viel schneller dem jeweiligen Bedürfnisse anpassen lassen als bei Eigenerzeugung. Auch des oft sehr günstigen Ausweges, Eigenerzeugung und Fremdbezug zur Anwendung zu bringen, ist nicht gedacht. (R. Schruf, Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffnungshütte Bd. 1, H. 9, S. 201.) *Trb.*

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Änderungen des englischen Patentgesetzes. — Vom 1. XI. 1932 treten Änderungen des englischen Patentgesetzes in Kraft, von denen die folgenden für deutsche Interessenten wichtig sind:

Der Präsident des Patentamtes kann auf Antrag des Anmelders, der vor der Bekanntmachung der vollständigen Beschreibung zu stellen ist, eine Anmeldung bis zu 6 Monaten nachdatieren. Dadurch kann der in England Anmeldende gegen eine entsprechende Einbuße der englischen Priorität seine Auslandspatente unter Inanspruchnahme des Pariser Unionsabkommens noch bis zu 6 Monaten nach Ablauf der normalen Prioritätsfrist von 12 Monaten anmelden.

Die bisherige Normalfrist für vorläufigen Schutz von 9 Monaten ist auf 12, die für Bekanntmachung der vollständigen Beschreibung von 15 Monaten auf 18 und die für die Siegelung eines Patents von 18 Monaten auf 21 Monate verlängert worden. Außerdem kann in Fällen, in denen dem Patentamtspräsidenten nachgewiesen wird, daß die Durchführung einer ausländischen Patentanmeldung Schwierigkeiten bieten würde, wenn diese Höchstfristen nicht verlängert werden, der Patentamtspräsident nach eigenem Ermessen die Frist für die Siegelung weiter erstrecken. Diese Bestimmung ist auch für deutsche Anmelder in denjenigen Fällen sehr wichtig, in denen das amerikanische Patent erst nach 12 Monaten von der Anmeldung in dem Heimatlande ab eingereicht worden ist.

Weiterhin kann das Patentamt nunmehr nicht nur wie bisher entgegenstehende ältere britische Patentschriften entgegenhalten, sondern auch jedes andere Dokument, das nach seiner Kenntnis die Erfindung vorwegnimmt, nur muß dieses Dokument vor dem Tage der Anmeldung in Großbritannien dem Publikum zugänglich gewesen sein. Für diese Erweiterung der Nachforschung ist die Anmeldegebühr erhöht worden.

Die zweimonatige Frist zur Einlegung eines Einspruches kann um einen Monat erstreckt werden, wenn der Antrag innerhalb von 2 Monaten gestellt wird.

Für ausländische Anmelder ist noch besonders wertvoll, daß, entgegen der bisherigen Praxis, zwei oder mehrere ausländische Patentanmeldungen zu einer britischen zusammengefaßt werden können, wenn sie einheitlich sind. Es muß dann zwar für jede ausländische Anmeldung eine besondere britische innerhalb von 12 Monaten vom Datum der ältesten ausländischen Anmeldung gemacht werden, aber diese Einzelanmeldungen werden zu einem einzigen Patent zusammengezogen, das zwar das Datum der frühesten ausländischen Anmeldung trägt, während im Hinblick auf Gültigkeit und ähnliche Fragen die Daten der einzelnen Anmeldungen gelten.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33

Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.

Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Der Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad veröffentlicht nachstehend

„Leitsätze für die Ausführung von Hochspannungsprüfungen“.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. Oktober 1932 an die Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Leitsätze für die Ausführung von Hochspannungsprüfungen.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Leitsätze treten am 1. Januar 1934 in Kraft.

§ 2.

Verwendungsgebiet.

Diese Leitsätze beziehen sich auf die Erzeugung, Einstellung, Messung und Benutzung der Prüfspannung für Hochspannungsprüfungen elektrischer Maschinen, Transformatoren, Apparate, Leitungen, Geräte oder sonstiger Anlageteile.

Es wird vorausgesetzt, daß die Prüfung der fertigen Anlageteile im Lieferwerk vorgenommen wird.

I. Größe des Prüfaggregates.

§ 3.

Hochspannungsprüfungen werden mit einem Prüfaggregat ausgeführt, bestehend aus Generator und Transformator — oder Transformator nebst Regelungseinrichtung, dessen Leistungsfähigkeit durch die Art der Prüfobjekte bestimmt wird. Die Kapazität des Prüfobjektes muß angenähert bekannt sein, um bei großen Werten derselben einer Überlastung des Prüfaggregates durch zu hohe Ladeströme oder Spannungssteigerung vorzubeugen.

§ 4.

Die für die Hochspannungsprüfung maßgebende Leistungsfähigkeit des Prüfaggregates wird durch seine

Kurzschlußleistung gekennzeichnet. Die Kurzschlußleistung des Prüfaggregates hängt sowohl von den Eigenschaften des Generators als auch von denen des Transformators ab; beide müssen angemessen große Nennleistung und angemessen niedrige induktive Spannungen (Ankerrückwirkung und Streuung) besitzen. Vor allem ist hohes Kurzschlußverhältnis des Generators anzustreben, da der Generator den überwiegenden Einfluß besitzt.

Die Kurzschlußleistung N_k des Prüfaggregates läßt sich aus der Nennleistung des Generators N_g und des Transformators N_t bestimmen, die durch Erwärmung und Isolierung gegeben ist. Bezeichnet I_{k_0}/I_n das Kurzschlußverhältnis des Generators (Verhältnis von Kurzschlußstrom zu Nennstrom) bei Leerlauferregung und ε_t die relative Transformatorstreuspannung, so berechnet sich die Kurzschlußspannung zu:

$$N_k = \frac{1}{\frac{I_n/I_{k_0}}{N_g} + \frac{\varepsilon_t}{N_t}} \tag{1}$$

oder

$$N_k = \frac{N_g}{\frac{I_n}{I_{k_0}} + \varepsilon_t \frac{N_g}{N_t}} \tag{2}$$

oder

$$N_k = \frac{N_t}{\frac{I_n}{I_{k_0}} \frac{N_t}{N_g} + \varepsilon_t} \tag{3}$$

Die folgenden Beispiele stellen einige praktisch vorkommende Verhältnisse dar:

Gen. Transf.
$I_{k_0}/I_n = 0{,}90$; $\varepsilon_t = 10\%$
$N_g = N_t$ N_t

$$N_k = \frac{N_g}{\frac{1}{0{,}90} + 0{,}1} = 0{,}82\,N_g = 0{,}82\,N_t$$

Abb. 1.

Regeltransf.
$I_{k_0}/I_n = 0{,}90$; $\varepsilon_t = 5\% + 25\%$
$N_g = N_t$ N_t N_t

$$N_k = \frac{N_g}{\frac{1}{0{,}90} + 0{,}05 + 0{,}25} = 0{,}71\,N_g = 0{,}71\,N_t$$

Abb. 2.

$I_{k_0}/I_n = 0{,}90$; $\varepsilon_t = 15\%$
$N_g = 5 N_t$ N_t

$$N_k = \frac{N_g}{\frac{1}{0{,}90} + 0{,}15 \cdot 5} = 0{,}54\,N_g = 2{,}7\,N_t$$

Abb. 3.

$I_{k_0}/I_n = 0{,}90$; $\varepsilon_t = 15\%$
$N_g = 0{,}2 N_t$ N_t

$$N_k = \frac{N_g}{\frac{1}{0{,}90} + 0{,}15 \cdot 0{,}2} = 0{,}88\,N_g = 0{,}18\,N_t$$

Abb. 4.

Netz Regeltransf.
$\varepsilon_t = 20\%$
starr

$$N_k = \frac{N_t}{0{,}2} = 5\,N_t.$$

Abb. 5.

§ 5.

Um ausreichende Energie für die Prüfung zur Verfügung zu haben und eine unzulässige Spannungssteigerung durch Kapazitätsströme auszuschließen, ist die Leistung des Prüfaggregates im allgemeinen so zu wählen, daß der Kurzschlußstrom auf der Oberspannungsseite mindestens das 5-fache des Kapazitätsladestromes des Prüfobjektes beträgt. In diesem Falle tritt bereits eine Spannungssteigerung von etwa 25 % auf. Bei Kabelprüfungen ist jedoch eine geringere Leistung zulässig, wenn auf die Spannungssteigerung sorgsam geachtet wird.

Bezeichnet U_0 die Leerlaufspannung, I_k den Kurzschlußstrom des Prüfaggregates einschließlich Transformator, I_c den Ladestrom des Prüfobjektes, so ergibt sich die bei der Prüfung auftretende relative Spannungserhöhung annähernd zu

$$\frac{U}{U_0} = \frac{1}{1 - I_c/I_k} \tag{4}$$

Wird die Leistung N in kVA, die Kapazität C in nF ($1\text{ nF} = 10^{-9}$ F) und die Prüfspannung U_p in kV eingesetzt, so ergibt sich die einphasige Ladeleistung N_c des Prüfobjektes bei $f = 50$ Per/s zu:

$$N_c = I_c\,U_p = 314\,C\,U_p^2 \cdot 10^{-6} \tag{5}$$

Die mindest erforderliche Kurzschlußleistung des Prüfaggregates N_k ist:

$$N_k = 5\,N_c = 5\,I_c\,U_p = 1570\,C\,U_p^2\,10^{-6} \tag{6}$$

Die Nennleistung N_n ist bei gleicher Nennleistung von Generator und Transformator und einem gemeinsamen Kurzschlußverhältnis des Generators und Transformators $I_k/I_n = 0{,}82$ (I_k Kurzschlußstrom an den Prüfklemmen, I_n Nennstrom des Aggregates) (vgl. 1. Beispiel von § 4):

$$N_n = \frac{N_k}{I_k/I_n} = \frac{N_k}{0{,}82} = \frac{5}{0{,}82}\,I_c\,U_p = 1920\,C\,U_p^2\,10^{-6} \tag{7}$$

für abweichende Verhältnisse ist die Beziehung zwischen Kurzschlußleistung und Nennleistung durch die Formeln (1) bis (3) gegeben.

Tafel I zeigt, abhängig von der Kapazität des Prüfobjektes in nF in groben Stufen und von der Prüfspannung in kV, die jeweils auftretende Kapazitätsladeleistung nach Formel (5) und die hierfür mindestens erforderliche einphasige Kurzschlußleistung des Prüfaggregates in kVA als fünffacher Betrag der Ladeleistung nach Formel (6). Ferner ist nach Formel (7) die ungefähre Größe der Nennleistung N_n von Generator und Transformator hinzugefügt.

§ 6.

Um den Durchschlags- oder Überschlags-Lichtbogen den praktisch vorkommenden Verhältnissen anzunähern, wird empfohlen, den Dauerkurzschlußstrom des Prüfaggregates auch bei hohen Spannungen nicht unter ¼ A zu nehmen. Dabei ist schon berücksichtigt, daß der bei Kurzschluß einsetzende Stoßstrom im Falle der Speisung durch einen Generator ein Vielfaches des Dauerkurzschlußstromes erreicht.

II. Kurvenform.

§ 7.

Zur Herabsetzung der Resonanzgefahr durch Oberwellen muß der Prüfgenerator eine möglichst gut sinusförmige Spannungskurve besitzen, u. zw. sowohl bei Leerlauf als auch bei beliebiger Prüfbelastung. Hierzu ist eine günstige Polschuhform oder verteilte Erregerwicklung erwünscht.

Tafel I. Ladeleistung N_c, Kurzschlußleistung N_k und ungefähre Nennleistung N_n des einphasigen Prüfaggregates in kVA.

Nenn-spannung in kV*	Prüf-spannung in kV*	Kapazität des Prüfobjektes in nF											
		0,1			1			10			100		
		N_c	N_k	N_n	N_c	N_k	N_n	N_c	N_k	N_n	N_c	N_k	N_n
10	42				0,55	2,75	3,4	5,5	27,5	34	55	275	340
15	53				0,88	4,4	5,4	8,8	44	54	88	440	540
20	64				1,29	6,45	7,9	12,9	64,5	79	129	645	790
30	86				2,33	11,7	14,3	23,3	117	143	233	1 170	1 430
45	119				4,45	22,2	27	44,5	222	270	445	2 220	2 700
60	152				7,26	36,3	44	72,6	363	440	726	3 630	4 400
80	196	1,21	6,05	7,4	12,1	60,5	74	121	605	740	1 210	6 050	7 400
100	240	1,81	9,05	11	18,1	90,5	110	181	905	1 100	1 810	9 050	11 000
150	350	3,85	19,25	23,5	38,5	192,5	235	385	1 925	2 350			
200	460	6,65	33,2	40	66,5	332	400	665	3 320	4 000			
300	680	14,55	72,8	89	145,5	728	890	1455	7 280	8 900			
400	900	25,4	127	155	254	1270	1550	2540	12 700	15 500			

-------------- Grenze von ¼ A Kurzschlußstrom.

* Nach § 10 der Leitsätze für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber L.S.G.

Da die Spannungsprüfung im allgemeinen einphasig erfolgt, so muß der Prüfgenerator zum Ausgleich der unsymmetrischen Belastung mit einer starken Dämpferwicklung versehen sein.

§ 8.

Der Prüftransformator muß möglichst geringe Streuung besitzen, da sonst durch Zusammenwirken der Generator- und Transformatorstreuung mit der Kapazität des Prüfobjektes leicht Resonanz mit einer niedrigen Oberschwingung des Generators entstehen kann.

Für das Verhältnis der Eigenfrequenz ν der Prüfanordnung zur Grundfrequenz ω der Prüfspannung ergibt sich, wenn I_n den oberspannungsseitigen Nennstrom des Transformators und ε_s die relative Generatorstreuspannung bezeichnet:

$$\frac{\nu}{\omega} = \sqrt{\frac{I_n}{I_c\left(\varepsilon_s \frac{N_t}{N_g} + \varepsilon_t\right)}} \qquad (8)$$

§ 9.

Um die Verzerrung der Spannungskurve möglichst klein zu halten, muß der Prüftransformator und etwa vorhandene Zwischen- oder Regeltransformatoren eine geringe Sättigung besitzen (höchstens etwa 12 000 Gauß bei Nennspannung).

Falls Transformatoren mit erheblicher Sättigung verwendet werden (etwa von 10 000 Gauß an), sind Regelwiderstände im Unterspannungskreis möglichst zu vermeiden, da sie dann infolge des Ohmschen Spannungsabfalles zu schlechter Kurvenform Anlaß geben können. Auch begrenzt ein solcher Widerstand die Kurzschlußleistung des Prüfaggregates erheblich.

III. Spannungsmessung.

§ 10.

Die Spannungsmessung soll auf der Oberspannungsseite erfolgen, da der Kapazitätsstrom in der Transformatorstreuung unterspannungsseitig eine starke Spannungserhöhung hervorruft.

Zur Feststellung des Effektivwertes empfiehlt es sich, bis 150 kV die Spannungsmessung mit besonderem Spannungswandler oder Spannungsteiler oberspannungsseitig vorzunehmen. Die Scheitelspannung kann direkt mit Kugelfunkenstrecke (vgl. „Regeln für Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke in Luft", VDE 365) oder mit einem anderen Scheitelspannungsmesser bestimmt werden.

Da die Spannungskurvenform auf der Oberspannungsseite stark verzerrt werden kann, empfiehlt es sich, eine Kugelfunkenstrecke zur Begrenzung des Scheitelwertes vorzusehen.

§ 11.

Der Kugelfunkenstrecke schaltet man einen Begrenzungswiderstand R von 200 ... 1000 Ω/kV Prüfspannung vor. Es empfiehlt sich, dem Prüfobjekt auch einen Widerstand r von 5 ... 50 Ω/kV Prüfspannung vorzuschalten. Beide Widerstände sind bei zweipolig isolierter Anordnung zweckmäßig je zur Hälfte in jede Zuleitung zu legen, bei einpolig geerdeter Anordnung voll in die isolierte Zuleitung; sie haben den Zweck, beim Überschlag Rückwirkungen auf den Prüfstromkreis zu vermeiden.

Grundsätzliche Schaltanordnung.

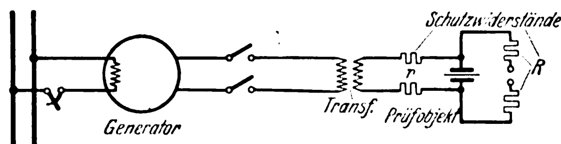


Abb. 6.

IV. Einstellung der Prüfspannung.

§ 12.

Die Regelung der Spannung soll im Erregerkreis des Prüfgenerators oder mit besonderen Zusatztransformatoren erfolgen.

Die Stufung des Erregerstromreglers ist so fein auszuführen, daß einer Stufe nicht mehr als 1 %, möglichst sogar unter ½ %, Spannungsänderung entspricht. Durch zu grobe Stufung können auf der Oberspannungsseite kurzzeitige Überspannungen entstehen, die vorzeitige Überschläge herbeiführen.

Bei Spannungsregelung mit Drehtransformator muß, um Resonanzgefahr auszuschalten, der Drehtransformator eine möglichst geringe Streuung besitzen. Falls Stufentransformatoren für Spannungsregelung benutzt werden, soll ihre Stufenhöhe ½ % nicht überschreiten, da sonst die Gefahr von Schaltüberspannungen gegeben ist.

§ 13.

Die Größe der Spannungsänderung bei der Regelung soll von 75 % der Prüfspannung an möglichst nicht mehr als 2 % je Sekunde, höchstens jedoch 5 % je Sekunde betragen.

§ 14.

Durch Regeldrosseln im Prüfkreis kann man diesen auf Resonanz mit der Grundwelle abstimmen. Das hat den Nachteil starker Spannungserhöhung zwischen Stromquelle und Prüfobjekt, jedoch den Vorteil, eine sehr gut sinusförmige Spannungskurve zu erhalten, falls der Luftspalt der Regeldrosseln so groß ist, daß ihre magnetische Charakteristik nahezu geradlinig verläuft.

V. Abschaltung.

§ 15.

Die Abschaltung im Ober- oder Unterspannungskreis muß durch Leistungsschalter erfolgen, oder es muß eine geeignete Entregungseinrichtung vorgesehen sein, um eine möglichst geringe Unterbrechungszeit zu erhalten. Hierdurch wird vermieden, daß durch Zusammenwirken des Lichtbogens mit dem Kapazitätsstrom der gesamte Stromkreis zu Eigenschwingungen angeregt wird, die Strom und Spannung auf hohe Werte steigern können.

§ 16.

Schmelzsicherungen im Prüfkreis müssen so stark bemessen sein, daß sie weder durch den normalen, noch durch den erhöhten Ladestrom im Moment des Ein- oder Abschaltens durchbrennen.

VI. Durchführung der Spannungsprüfung.

§ 17.

Die „Leitsätze für den elektrischen Sicherheitsgrad von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber, L.S.G.", sehen folgende allgemeine Richtlinien für die Durchführung der Spannungsprüfung vor:

a) Die Dauer der Prüfung beträgt 1 min, sofern nicht in Sonderbestimmungen eine längere Prüfdauer vorgeschrieben ist.

b) Bei der Prüfung ist die Spannung allmählich auf den vollen Wert der Prüfspannung zu steigern. Als Regel gilt:

1. Bei der Spannungsprüfung dürfen höchstens 50 % der Endspannung durch Einschalten mittels Schalter auf das Prüfobjekt gegeben werden.
2. Die Spannung ist vom halben Wert zum Endwert stetig oder in einzelnen Stufen von höchstens je 5 % der Endspannung zu steigern.
3. Die Zeit der Spannungssteigerung vom halben Wert bis zum Endwert soll nicht kleiner als 10 s sein.
4. Die Prüfdauer wird vom Augenblick des Erreichens der vollen Prüfspannung ab gerechnet.

Die Regeln beziehen sich auf sämtliche Spannungsproben von Isolatoren und Apparate, also nicht nur auf die Spannungsprüfung, sondern auch auf die Überschlags- oder Durchschlagsprüfung.

§ 18.

Eine Spannungsprüfung von fertigen Anlagen darf nur erfolgen, wenn eine Spannungsprüfung der einzelnen Anlageteile stattgefunden hat.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

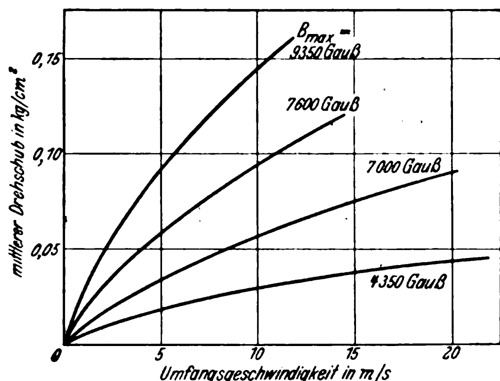
Jubiläum. Herr August Gumpert feiert am 26. d. M. sein 25jähriges Dienstjubiläum als Betriebsingenieur der Lohser-Werke in Kunzendorf, N.-L. Seit 1925 befinden sich diese Werke im Besitz der Reichs-Elektrowerke, welche mit mehreren 100 000 V-Leitungen und einer Umformerstation in Hansdorf den Strom bis zum Breslauer Bezirk leiten.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Eine Wirbelstrombremse mit Gußeisenläufer für 3 kW, 1500 U/min und 110 V Erregerspannung.

Der obige Aufsatz, ETZ 1931, S. 632, beschreibt die Konstruktion, die Kühlung und die Versuchsergebnisse einer Wirbelstrombremse. Um dem Konstrukteur die Umwertung der Versuchsergebnisse zu ersparen, seien die Ausführungen durch Wiedergabe einer Kurve (Abb. 1)



Wirbelstromleiter aus siliziumhaltigem Gußeisen von	1,2 Ω mm²/m
Länge des Polschuhs in axialer Richtung	80 mm
Breite des Polschuhs entlang des Läuferumfangs	50 „
Polteilung entlang des Läuferumfangs	80 „
Luftspaltbreite	1,95 mm

Abb. 1. Mittlerer Drehschub einer Wirbelstrombremse, abhängig von der Umfangsgeschwindigkeit des Läufers bei verschiedenen Luftspaltinduktionen.

ergänzt, die den mittleren Drehschub abhängig von der Umfangsgeschwindigkeit des Läufers bei verschiedenen Luftspaltinduktionen zeigt.

Stuttgart, 23. V. 1932. Kurt Reuß.

Der Asynchronmotor mit selbsterregter asynchroner Erregermaschine.

Nach der Erwiderung des Herrn Dr. SCHMITZ in der ETZ d. J., S. 518, ist die Sachlage so, wie ich annahm. Seine Aussage (ETZ 1931, S. 1029) umfaßte beide Systeme und wurde so dann auch in die Berichte anderer Zeitschriften übernommen. Sein Vorgehen, zwei Systeme trotz der entgegengesetzten, fehlerhaften Resultate beim früheren System, und nur weil nach seiner Theorie dieser Unterschied ihm unerklärlich erscheint, als gleichwertig behandeln zu wollen, war deshalb gegen allen Fortschritt.

Rein sachlich richtigzustellen in der Erwiderung ist, daß es sich nicht um Diskussion handelt, wie er schreibt, sondern nur um Tatsachen, d. h. seit Jahren feststehende Resultate. Sein Wunsch, auch die Theorie in Briefen a. d. Schriftl. zu erledigen, ist natürlich nicht erfüllbar. In meinem Briefe war aber auch hierzu auf meine längere Arbeit (Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 1 [1932]) noch insbesondere verwiesen. Sein neuerer Vorwurf, von nur „dunkeln Andeutungen" usw. in meinem Briefe, beruht offenbar auf einem doppelten und sonderbaren neuen Mißverstehen. — Es sei hier schließlich auch nochmals und endgültig auf die genannte Arbeit verwiesen.

Brüssel, 28. V. 1932. A. Heyland.

Erwiderung.

In seinem Aufsatz in Heft 1 des Arch. Elektrotechn. 1932 weist Herr Dr. HEYLAND nach, daß der Winkel α zwischen der EMK E_c und dem Strom I_2 eines Hauptstromphasenschiebers infolge der inneren Streuung desselben nicht konstant ist. Er zeigt, daß dieser Winkel bei einem gegen sein Drehfeld angetriebenen Phasenschieber (Nehlsen) mit wachsendem Strom abnimmt und bei einem im Sinne des Drehfeldes angetriebenen Phasenschieber (Heyland) zunimmt. Hieraus folgert er, daß ein Motor mit Nehlsen-Phasenschieber in der Nähe des Leerlaufes eine mit zunehmendem Drehmoment ansteigende Drehzahl annimmt, wodurch Störungen im regulären Betriebe eintreten können. Hierzu ist folgendes zu sagen:

Bei schwach gesättigtem Phasenschieber ist der Winkel α konstant, weil sich der Streufluß in gleichem Maße verändert wie der Hauptfluß. Bei stark gesättigtem Phasenschieber nimmt aber das Verhältnis E_c zu I_2 bei wachsendem I_2 ebenfalls ab, so daß die Resultierende aus E_c und $I_2 \cdot R_2$, die der Schlupfspannung des Hauptmotors gleich ist, bei wachsendem I_2 trotz spitzeren Winkels α zunehmen kann. Ferner ist es durchaus nicht gesagt, daß bei zunehmender Belastung I_2 wächst. War der Motor im Leerlauf stark überkompensiert, so kann bei Belastung I_2 kleiner sein als bei Leerlauf.

Aber selbst zugegeben, daß der von Herrn Dr. HEYLAND angenommene Verlauf der Drehmomentkurve eintritt, so haben die daraus resultierenden Störungen, die als Kippschwingungen anzusprechen sind, mit den von mir geschilderten Vorgängen nichts zu tun. Diese sind reine Selbsterregungserscheinungen, was schon daraus hervorgeht, daß beim Einsetzen der Störungen die vom Antriebsmotor des Phasenschiebers aufgenommene Leistung sprunghaft stark ansteigt.

Es ist mir nicht recht verständlich, wie Herr Dr. HEYLAND die Möglichkeit einer solchen Selbsterregung leugnen kann. Es ist sicher nicht im Sinne des Fortschrittes, wenn man gegenüber einer Erscheinung, die einem aus irgendwelchen Gründen unbequem ist, einfach die Augen schließt.

Herr Dr. HEYLAND wird nicht leugnen wollen, daß der im richtigen Sinne angetriebene und auf eine Impedanz geschaltete Reihenschluß-Phasenschieber sich selbst erregen kann, u. zw. mit Drehstrom, wenn der Winkel α nicht gerade Null ist. Ferner wird er nicht leugnen, daß der Hauptmotor mit dem Netz, an das er angeschlossen ist, eine solche Impedanz darstellt. Nehmen wir nun an, daß die Erregung der das 50periodige Netz speisenden Generatoren ausgeschaltet sei, und daß der Hauptmotor, der z. B. 6polig sei, mit rd. 950 U/min fremd angetrieben werde, so wird in dem Läuferstromkreis nur noch die Eigenfrequenz des selbsterregten Phasenschiebers herrschen. Daß diese durch den umlaufenden Motor transformierte Frequenz im Ständer und im Netz nun ausgerechnet 50 Per betragen wird, wird wohl niemand annehmen. Wird aber zugegeben, daß eine solche Selbsterregung mit unabhängiger Frequenz möglich ist, so muß aus der Analogie mit vielen anderen bekannten Fällen auch geschlossen werden, daß diese Frequenz sich einer vom Netz aufgedrückten Frequenz überlagern kann.

Ich möchte auch hier wieder betonen, daß ich niemals behauptet habe, diese Selbsterregungserscheinungen wären an einer nach Dr. HEYLAND gebauten Maschine beobachtet worden. Wenn aber das bisherige Ausbleiben solcher Störungen kein reiner Zufall war, so muß sich auch schließlich eine Erklärung dafür finden lassen, die Ausführungen des Herrn Dr. HEYLAND im Arch. Elektrotechn. erklären den Umstand jedoch nicht.

Dresden, 8. VI. 1932. Dr. T. Schmitz.

Wir schließen hiermit diese mehrfache Erörterung.

D. S.

LITERATUR.

Besprechungen.

Taschenbuch für Monteure elektrischer Starkstromanlagen. Von S. Frhr. v. Gaisberg. Neu bearb. unt. Beteiligung d. Verfassers von E. Pfeiffer. 89. Aufl. Mit 194 Abb., XX u. 366 S. in kl. 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1931. Preis geb. 5,20 RM.

Das älteste und am häufigsten erneuerte Handbuch der Installationstechnik hat sich auch mit dieser Auflage in befriedigender Weise dem Fortschritt der Technik angepaßt. Neben der Berücksichtigung der seit 1930 stark veränderten Errichtungsvorschriften des VDE ist es auch gelungen, dem immer stärkeren Hervortreten der öffentlichen Stromversorgung Rechnung zu tragen. Wenn auch heute die Grundlage des Elektromonteurs die handwerkliche Lehre mit fachlicher Schulung sein muß, so ist das Buch doch als Ergänzung und zur Fortbildung auch weiterhin empfehlenswert. R. Zaudy.

Der selbsterklärende Bauplan. Mit je 8 S. u. einem Bohr- u. Montageplan in einer Mappe 35 × 25 cm. Verlag Rothgießer & Diesing AG., Berlin 1931. Preis je Mappe 2,50 RM.

Unter diesem Titel gibt der Verlag Pläne zum Selbstbauen von Rundfunkempfängern heraus.

Bisher sind erschienen:

Bauplan 1: Präsident, Schirmgitter-4-Röhren-Fernempfänger für Wechselstrom-Vollnetzbetrieb.

Bauplan 2: BS 3, Schirmgitter-3-Röhren-Fernempfänger mit Bandfilter-Hochfrequenzstufe für Wechselstrom-Vollnetzbetrieb,
Bauplan 3: BS 3 B, Schirmgitter-3-Röhren-Fernempfänger mit Bandfilter-Hochfrequenzstufe für Batteriebetrieb,
Bauplan 4: Senator, Schirmgitter-3-Röhren-Fernempfänger für Wechselstrom-Vollnetzbetrieb.
Bauplan 5: Bandmeister, Bandfiltervorsatzgerät für Wechselstromvollnetzgeräte oder Batteriegeräte,
Bauplan 6: Ajax: 2-Röhren-Kraftaudionempfänger für Wechselstromvollnetzbetrieb.

Der Bauplan enthält:
„Allgemeine Winke", eine „Gebrauchsanweisung" der selbsterklärenden Baupläne und eine „Bedienungsanweisung" für den fertiggestellten Empfänger.

Die Einzelheiten über den Bau des Gerätes sind den Plänen selbst zu entnehmen. Sie bestehen z. B. für den Empfänger „Präsident" aus Stückliste, Schaltbild und Aufbau, Bohr- und Montageplan für Zwischenplatte und Frontplatte und zwei Verdrahtungsplänen.

Die Pläne sind gut durchgearbeitet, übersichtlich und leicht lesbar gezeichnet, so daß auch der nicht geübte Bastler einen Empfänger an Hand der Pläne ohne Schwierigkeiten richtig bauen kann. M. Bäumler.

Merkblatt für technisch-wissenschaftliche Veröffentlichungen. 3. Aufl., Juli 1931. Herausg. v. Deutschen Verband techn.-wissensch. Vereine. Mit 15 S. in kl. 8°. Zu beziehen durch die VDI-Buchhandl., Berlin NW 7, Ingenieurhaus. Preis geh. 0,15 RM.

Das Merkblatt ist vor kurzem in 3. Auflage erschienen, die durch Anpassung und Erweiterung gegen die früheren vervollkommnet ist. Das dünne Heftchen von nur 15 Seiten ist musterhaft klar und knapp abgefaßt; es ist für jeden Verfasser technisch-wissenschaftlicher Aufsätze und Referate von größtem Wert, da es ihm zeigt, was bei der Veröffentlichung wichtig ist, wie Mißverständnisse vermieden werden können, und wie ein reibungsloses Arbeiten zwischen Verfasser und Schriftleitung ermöglicht wird. Die Beachtung der aufgestellten Richtlinien durch die Autoren würde beiden Seiten viel Zeit und Ärger sparen. Als wertvollen Anhang bringt das Merkblatt die AEF-Formelzeichen und -einheiten, Münzzeichen und Korrektur-vorschriften. Seine Beschaffung sei allen technisch-wissenschaftlichen Schriftstellern wärmstens empfohlen. H. Dieterlein.

Bedarf und Dargebot. Neuere Methoden d. elektrizitäts- u. wasserwirtschaftl. Betriebslehre. Von Dr.-Ing. Dr. techn. h. c. A. Ludin. Mit 31 Textfig. u. 1 Taf., IV u. 38 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 6 RM.

Der den Lesern der ETZ aus seinen Veröffentlichungen (letztmals ETZ 1931, S. 893) wohlbekannte Verfasser zeigt in der vorliegenden Arbeit aus der Fülle seiner Ideen eine Anzahl von Methoden, vermittels deren sich der Elektrizitäts- und Wasserkraftwirtschafter Hilfsmittel schaffen kann, welche die Lösung der verschiedensten mehr oder weniger komplizierten Aufgaben auf rein zeichnerischem, meist überraschend einfachem Wege ermöglichen. Die Art der Darstellung des Verfassers verschafft dem Leser den Vorteil, ihm wohlbekannte Gebiete einmal von anderem Gesichtspunkte aus betrachtet zu sehen, bedeutet aber anderseits eine gewisse Erschwerung der schon an sich nicht einfachen Durcharbeitung des Stoffes infolge der Fülle von neuartigen Bezeichnungen und Buchstabenabkürzungen für teils bekannte, teils neue Begriffe. Auf alle Fälle ist die Schrift geeignet, dem mit der Behandlung elektrizitäts- oder wasserwirtschaftlicher Probleme befaßten Ingenieur wertvolle Anregungen zu vermitteln. E. v. Livonius.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die nächste Entwicklung der englischen Elektroausfuhr. — A. S. Windett bewertet die Elektroausfuhr der neun bedeutendsten Exportländer im Jahr 1929 auf etwas über 2040 Mill RM und 1930 auf annähernd 2030 Mill RM, während er für 1931 — nach altem Währungssatz — nicht mehr als 1550 Mill RM (heute 1110) rechnet. Der Anteil Großbritanniens ist in dem letztgenannten Jahr, wenn man die Entwertung des Pfundes nicht berücksichtigt, von rd. 373 auf rd. 241 Mill RM gesunken. Den plötzlichen, nicht allmählichen Rückgang der Weltausfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse erklärt der Verfasser mit den durch den dauernden Fall der Rohmaterialpreise verursachten beträchtlichen finanziellen Verlusten zahlreicher ausländischer, über große Vorräte verfügender Fabrikationsgesellschaften und der Geschäftsstockung auf den betreffenden Binnenmärkten, die solche Unternehmen zunächst gezwungen hatte, sich möglichst im Export zu betätigen und letzteren damit auf eine ungewöhnliche Höhe zu treiben. Unterstützt wurde dieses Vorgehen durch Herabsetzen der Ausfuhrpreise, das aber 1931 sein Ende erreichte. Dazu kam das völlige Einschrumpfen des Bedarfs an elektrotechnischen Erzeugnissen in der Welt. Windett gibt für die Entwicklung des englischen Elektroexports in den Jahren 1928/30 folgende Übersicht[1]:

	1928	1929	1930
	1000 RM		
Gesamtausfuhr	374 014	398 514	372 586
nach Australien	67 075	71 012	51 775
„ Indien	61 465	61 588	44 411
„ Südafrika	23 501	27 336	32 191
„ Kanada	9 812	11 444	14 729
„ Neuseeland	20 890	19 196	20 849
„ Rußland	5 447	6 814	13 280
„ Frankreich	6 875	7 120	10 057
„ Spanien	5 936	12 852	7 752
„ Niederlande	8 058	9 527	10 037
„ Brasilien	6 222	9 608	8 915
„ Chile	5 039	6 038	3 958
„ Argentinien	29 641	22 358	35 537

Mit Ausnahme von Kanada und Südafrika hat 1931 die englische Ausfuhr nach den Dominions und Indien verhältnismäßig am stärksten abgenommen, u. zw. um nahezu 50 %, während der Export nach europäischen Ländern ziemlich unverändert geblieben ist und der nach Südamerika eine Verringerung um etwa 25 % aufweist. Die Weltausfuhr elektrotechnischer Waren zeigt 1931 verhältnismäßig den größten Rückgang gegenüber dem Vorjahr bei Leitungsmaterial, wo sie etwa 45 % einbüßte im Vergleich zu rd. 23 % bei allen Erzeugnissen dieser Industrie. Von Einfluß waren hier die Entwicklung des Funkverkehrs sowie die Einschränkung des Baus von Kraftanlagen. Der englische Export von Generatoren ist 1931 um 35 %, der nordamerikanische um etwa 30 % und der schweizerische um 32 % gefallen. Die Weltausfuhr von Funkgerät, Zählern und Installationsmaterial hat ebenso wie die von Haushaltapparaten weniger gelitten. Am ernstesten war die Schrumpfung natürlich bei den Erzeugnissen, die großen Kapitalaufwand erfordern, schwächer bei Waren mit relativ schnellem Umsatz; für diese erwartet der Verfasser auch baldige Gesundung der Ausfuhr. Die bedeutendsten Abschlüsse hat England 1931 mit Rußland (Kraftwerksausrüstungen im Wert von etwa 25 Mill RM), Ungarn, Polen und Südafrika (für die Eisenbahn- und Hafenverwaltung) gemacht. Die politischen Schwierigkeiten in Australien und Britisch-Indien lassen dem Verfasser eine baldige Wiederherstellung der Ausfuhr dorthin zweifelhaft erscheinen, dagegen verspricht er sich von einer Besserung der wirtschaftlichen Verhältnisse in Rhodesien, Nigeria und Palästina ein schnelles Anwachsen der Aufträge auf elektrische Ausrüstungen. Wertvolle Bestellungen erwartet er ferner aus Südamerika, Polen, Ungarn, Griechenland, der Tschechoslowakei und von der iberischen Halbinsel. Die Aussichten für das laufende Jahr beurteilt Windett indessen noch keineswegs optimistisch; erst wenn eine Besserung der Rohmaterialpreise in den diese Materialien produzierenden Ländern die Nachfrage nach elektrotechnischen Erzeugnissen wieder belebe, könne man ein Ende der schwer auf dem Export lastenden Preiskonkurrenz erhoffen, einen Aufschwung, der aber eng mit der Lösung der Reparations- und Schuldenprobleme verknüpft sei. (Electrician Bd. 108, S. 278.) *fm.*

[1] 1 RM = 0,05 £.

Berichtigung.

In der Aussprache zum Vortrag Schenkel, „Technische Grundlagen und Anwendungen gesteuerter Gleichrichter und Umrichter", ist in der ETZ 1932 auf S. 776, r. Sp., 2. Zeile von oben anstatt „Blindleistungsfaktor" „Blindleistungseffekt" zu lesen.

Ferner müssen auf S. 779, l. Sp., die drei letzten Zeilen über Abb. 27 richtiggestellt werden, wie folgt:

„auf einen Preis der elektrischen Ausrüstung der Lokomotive kommen, der zwischen 10 und 15 % niedriger liegt als der jetzige Preis der Ausrüstung der Wechselstromlokomotive."

Auf S. 806 d. J. ist in der Notiz „W. Wedding †" ein Druckfehler stehen geblieben. Es muß in der linken Spalte, 10. Zeile, heißen „in dilatiertem Glas" anstatt „in dilatiertem Blei".

Abschluß des Heftes: 19. August 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Gleichstrom-Selbstanlasser mit eingebautem Motorschutz.

Mitteilung der AEG.

Zum Anlassen von Motoren finden immer mehr selbsttätige Steuerungen Verwendung, die vollautomatischen Betrieb oder Fernbetätigung durch Druckknöpfe usw. ermöglichen, d. h. keine Aufmerksamkeit beim Anlassen erfordern und erheblich an Zeit sparen.

Für Gleichstrommotoren bis 20 PS hat die AEG einen neuen Typ eines Schützenselbstanlassers entwickelt, der sich von den bisher bekannten Ausführungen dadurch unterscheidet, daß nur eine einzige Schützbetätigungspule vorhanden ist, die nacheinander drei Kontaktfinger einschaltet. Der Stromverbrauch ist infolgedessen bedeutend geringer und der Aufbau sehr einfach. Weiterhin ist eine thermische Überstromauslösung eingebaut, die den Motor gegen Überlastung schützt.

Der Anlasser ist in ein geschweißtes spritzwasserdichtes Stahlblechgehäuse für hängende Anordnung eingebaut. Die Bestandteile des Stufenschalters, d. h. Magnetsystem, Kontaktfinger und Zeitwerk, sowie die thermische Überstromauslösung sind einzeln auf einer gemeinsamen Grundplatte befestigt, die auf der Rückseite den Widerstandseinbau trägt und mit sämtlichen Teilen aus dem Gehäuse herausgenommen werden kann.

Der Einschaltmagnet a (Abb. 1) ist ein kräftiger Hubmagnet. Der Magnetkern ist jochförmig ausgebildet und umschließt die Betätigungspule, in der sich der Anker frei bewegt. Er trägt am oberen Teil zwei Schubstangen, die gleichzeitig als Führungstangen dienen und durch die er mit dem Stufenschaltwerk b in Verbindung steht. Er betätigt über ein an dem Kontaktsystem angebrachtes Isolierstück einen Hilfskontakt (Abb. 1, rechts oben) und schaltet so nach erfolgtem Anziehen des Ankers einen Sparwiderstand in den Spulenstromkreis.

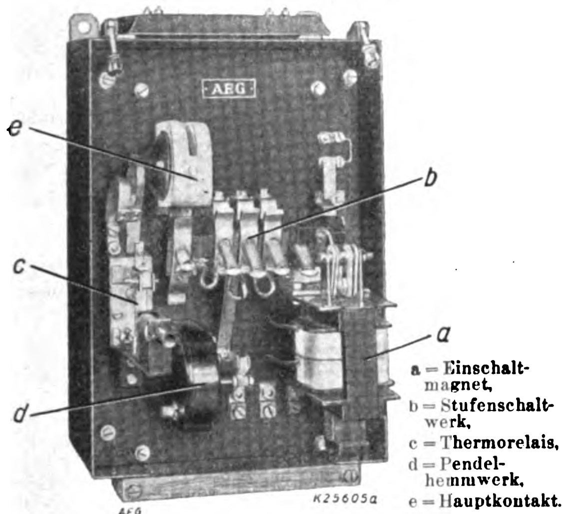


Abb. 1. Gleichstrom-Selbstanlasser mit eingebautem Motorschutz.

Einige bewegliche Zwischenglieder vermitteln den Zusammenhang zwischen dem Magneten a und dem Stufenschaltwerk b, das den ganzen Kontaktmechanismus einschließlich einer Verzögerungseinrichtung trägt. Das Schaltwerk enthält die Hauptleiste, die um eine Achse drehbar ist und den Hauptkontaktfinger trägt. Um die gleiche Achse ist auch die Stufenleiste drehbar angeordnet. Auf verschieden hoch gelegenen Paßstellen der Stufenleiste sind die drei Stufenkontaktfinger und ein Isolierfinger befestigt. An einem nach unten ragenden Arm ist ferner eine bewegliche Zahnstange angeordnet, die in das Zahnrad eines Hemmwerkes eingreift. Die Kontaktfinger werden in ihrer Lage durch Druckfedern und Federbolzen gehalten, die gleichzeitig den Zusammenhang zwischen Haupt- und Stufenleiste vermitteln.

Beim Einschalten bringt der Magnet die Hauptleiste über die Zwischenglieder in die Einschaltstellung und somit den Hauptkontaktfinger zur Auflage auf seinen Gegenkontakt, während die drei Stufenkontaktfinger erst allmählich folgen können, weil die Stufenleiste durch das Hemmwerk verzögert wird. Die Finger legen sich dabei entsprechend der verschiedenen Höhe ihrer Lagerstellen nacheinander auf ihre Gegenkontakte und schließen den Anlaßwiderstand in mehreren Stufen kurz. Ausgeschaltet wird augenblicklich, da hierbei die Zahnstange über das Zahnrad des Hemmwerkes hinweggleitet, ohne in Eingriff zu kommen.

Das Pendelhemmwerk d (siehe auch Abb. 2) ist ein selbständiger Bestandteil in einem Gehäuse aus Isolierstoff. Es besteht aus dem Ritzel, einem Zahnräderpaar, dem Steigrad und dem Pendel. Als Pendelgewicht dienen zwei Muttern, die auf der Pendelstange durch Hinauf- oder Hinunterschrauben leicht verstellt werden können. Hierdurch kann in einfachster Weise die Anlaßzeit je nach den Anlaufverhältnissen zwischen etwa 2 und 8 s verändert werden.

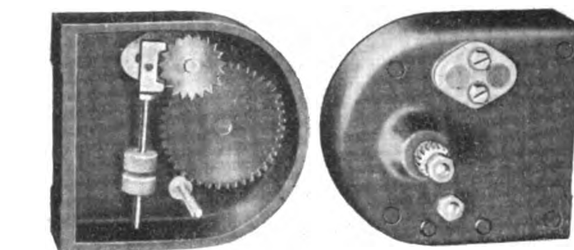


Abb. 2. Pendelhemmwerk.

Die festen Kontakte sind kräftige Kupferwinkel, die an Kontaktträger aus Kupfer angeschraubt sind. Der Anschluß der Schaltdrähte erfolgt auf der Rückseite der Grundplatte.

Der Hauptkontakt hat noch eine starke Funkenblasung mit einer Funkenschutzkammer aus lichtbogensicherem Isolierstoff. Die Blasspule kann der jeweiligen Stromstärke weitgehend angepaßt werden und besteht bei 40 bis 80 A aus einer hochkant gewickelten Flachkupferspule, bei geringeren Stromstärken aus einer Drahtspule.

Bei der thermischen Überstromauslösung wird ein vom Motorstrom durchflossener Bimetallstreifen a (Abb. 3) erwärmt, der sich bei Überlastung so weit ausdehnt, daß er bei einer vorher eingestellten Stromstärke einen Hebel c freigibt, der durch Federkraft den Kontakt des Spulenstromkreises unterbricht und somit den Anlasser abschaltet. Durch Drücken eines durch die Schutzkappe hindurchragenden Knopfes kann die Auslösung in einfachster Weise wieder eingeschaltet werden.

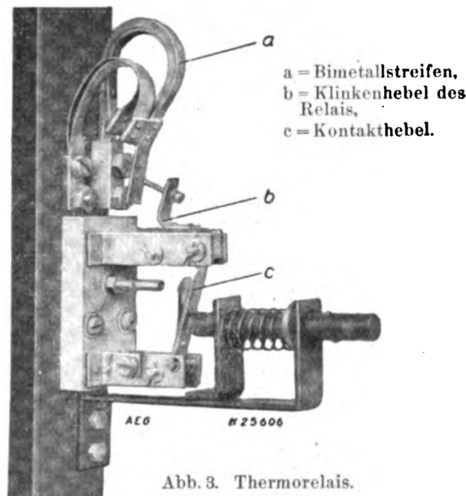


Abb. 3. Thermorelais.

Zum Anschluß der Außenleitungen ist die Schutzkappe abzunehmen; die Zuleitungen sind an die entsprechend bezeichneten Klemmen herangeführt. Die Kabel werden durch eine Holzleiste in ihrer Lage gehalten, jedoch kann die Leiste auch ohne weiteres zwecks Anbringung von Kabelstopfbuchsen oder Einführungstutzen durch eine Eisenplatte ersetzt werden. Die Betätigung des Anlassers erfolgt mittels Hauptschalters, Hilfsschalters oder Doppeldruckknopfes. Sämtliche dem Verschleiß unterliegenden Teile können durch einfache Handgriffe jederzeit ausgewechselt werden.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang Berlin, 1. September 1932 Heft 35

Schwimmendes Dieselkraftwerk.

Von Regierungs- und Baurat **Hans Koch**, Potsdam.

Übersicht. Zweck und Bauweise eines für die Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen gebauten schwimmenden Dieselkraftwerkes werden dargestellt.

Auf den Baustellen von Schleusen und anderen wasserbaulichen Anlagen werden zur Stromerzeugung oder als Reserve für lebenswichtige Einrichtungen, wie Grundwasserabsenkung und Druckluftgründungen, meist örtliche Kraftwerke errichtet. Durch die Verlegung dieser Kraftwerke von einer Baustelle zur anderen entstehen beträchtliche Kosten. Um diese zu sparen, wurde von der Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen im Jahre 1927 ein schwimmendes Kraftwerk gebaut, das im folgenden dargestellt werden soll.

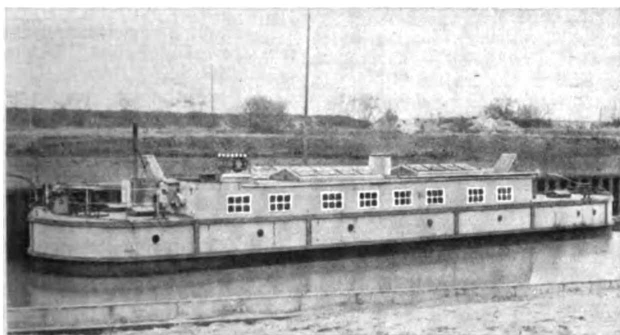
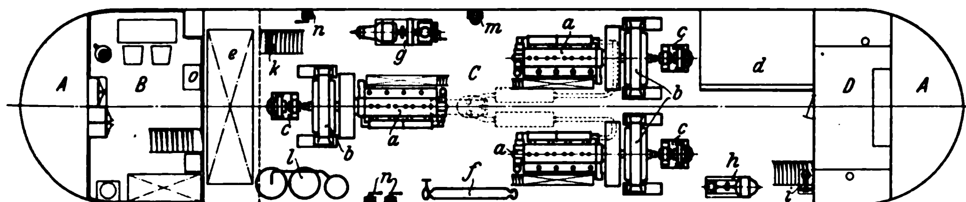


Abb. 1. Seitenansicht der schwimmenden Kraftanlage.

Das Kraftwerk (Abb. 1) besteht aus einem prahmartigen Schiffsgefäß, das in seinem mittleren erhöhten Teil die eigentliche Kraftanlage trägt. Nach den Enden zu schließen sich Materialraum und Werkstatt sowie Wohn- und Stauräume an. Die Gesamtanordnung geht



A Stauräume
B Wohnraum und Küche
C Maschinenraum
D Werkstatt
a Antriebsmotoren
b Drehstromgeneratoren
c Erregermaschinen
d Schalttafel
e Brennstofftank
f 2 Anlaßgefäße
g Hilfsgenerator
h Kompressor
i Lenzpumpe
k Brennstoffpumpe
l Ölreinigungsanlage
m Brennstoff-Doppelfilter
n Handpumpen
o Heizungskessel

Abb. 2. Grundriß des Kraftwerks.

aus Abb. 2 hervor. Die Abmessungen des Fahrzeuges (Länge 25,25 m, Breite 5,20 m, Tiefgang 1,00 m) ermöglichen auch das Durchfahren kleinerer finowmäßiger Schleusen.

Die Kraftanlage umfaßt 3 Maschinensätze, von denen jeder aus einem Vierzylinder-Viertakt-MAN-Dieselmotor von 150 PS bei 350 U/min und einem direkt gekuppelten Drehstromgenerator von 125 kW, 50 Hz sowie einer angebauten Erregermaschine besteht (Abb. 3). Diese Leistung genügt für den Strombedarf einer mittleren Schleusenbaustelle einschließlich 50 % Reserve. Die Unterteilung in 3 Maschinensätze trägt dem wechselnden Kraftbedarf bei Tag und Nacht und dem Bedürfnis nach Reserve Rechnung. Die zum Anlassen der Dieselmotoren erforderliche Preßluft wird von einem elektrisch ange-

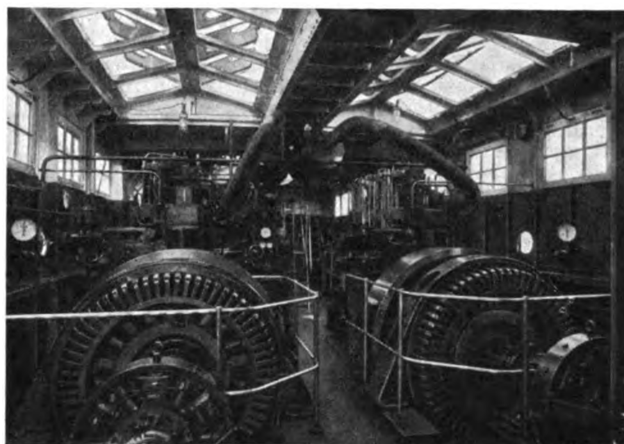


Abb. 3. Blick in den Maschinenraum.

triebenen Kompressor erzeugt, der im Betrieb seinen Strom von den Hauptgeneratoren erhält. Um aber auch bei ruhendem Betrieb Preßluft erzeugen zu können, ist ein kleiner von Hand anzuwerfender Dieselhilfsgenerator aufgestellt, dessen Leistung 8 PS beträgt, und der dann den erforderlichen Strom liefert. Dieser Hilfsmaschinensatz dient auch zur Erzeugung von Lichtstrom, wenn die Hauptanlage stillsteht. Im Maschinenraum sind ferner ein Brennstoffbehälter von 7,5 m³, eine Ölreinigungsanlage sowie Lenz- und Brennstoffpumpen aufgestellt. Das ganze Kraftwerk kann durch eine Warmwasserheizung erwärmt werden, die gleichzeitig zum Anwärmen der Dieselmotoren benutzt werden kann.

Die zur Stromverteilung dienende Schalttafel enthält Sammelschienen, auf welche die 3 Hauptgeneratoren einzeln oder zusammen arbeiten. Von den Sammelschienen führen zwei Stromentnahmeleitungen über Höchst- und Nullspannungsschalter an Deck, wo sie sich nochmals verzweigen, so daß 4 Stromkreise entstehen. Von den Sammelschienen zweigen weiterhin 2 Stromkreise ab, die den Strombedarf an

Bord decken. Auf diese beiden Stromkreise kann mit Hilfe von Umschaltern auch der Hilfsgenerator geschaltet werden. Die Schalttafel trägt ferner die üblichen Meßinstrumente, die Anlasser und die elektrische Fernregelung der Hauptdieselmotoren, durch die das Synchronisieren der Generatoren erleichtert wird. Zur Überwachung des Synchronisierungsvorganges sind an einem besonderen Arm Frequenzmesser, Voltmesser und Phasenzeiger angebracht.

Das schwimmende Dieselkraftwerk ist auf der Werft von Gebr. Wiemann, Brandenburg, gebaut worden. Die elektrischen Anlagen sind von der AEG, die Dieselmotoren von der MAN geliefert. Das Kraftwerk hat bei seiner ersten Verwendung auf der Schleusenbaustelle Großwusterwitz in einem Zeitraum von 2 Jahren 1 200 000 kWh geliefert. Es hat sich dabei in jeder Beziehung vorzüglich bewährt und als sehr wirtschaftlich erwiesen.

Über Langwellen-Flugfunkverbindungen*.

(Mitteilung der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. V., Berlin-Adlershof, Abteilung für Elektrotechnik und Funkwesen.)

Von **Franz Eisner**, Berlin.

Übersicht. Durch die Fortschritte der letzten Jahre sind die dem Langwellen-Nachrichtenverkehr mit Flugzeugen zugrunde liegenden Erscheinungen soweit geklärt worden, daß jetzt eine Berechnung dieser Verbindungen möglich ist. Im folgenden wird gezeigt, was hierbei im einzelnen zu beachten ist, ferner werden die im Anschluß an diese Forschungen von der Industrie entwickelten neuen Flugfunkgeräte erwähnt.

1. Einleitung.

Funkverbindungen erfüllen ebenso wie andere Nachrichtenübertragungen um so vollkommener ihren Zweck, mit je größerer Sicherheit die Nachricht — das gesprochene Wort oder das Telegraphiezeichen — vom empfangenden Beobachter aufgenommen wird. Während bei drahtlosen Bodenstationen und auch bei Schiffstationen die Betriebsverhältnisse im allgemeinen stets die gleichen sind, müssen Flugfunkstationen oftmals unter sehr verschiedenen Bedingungen arbeiten. Bei ihnen ist wie bei Schiffstationen die zu überbrückende Entfernung veränderlich. Außerdem sind aber auch Flughöhe und Fluggeschwindigkeit veränderlich und hiermit auch die Antenneneigenschaften. Die Ausbreitungsdämpfung durch verschiedenartige Beschaffenheit des überflogenen Geländes kann die Übertragung in sehr verschiedenartiger Weise beeinflussen. Oftmals müssen auch verschiedene Antennen benutzt werden — z. B. erweist es sich im allgemeinen beim Niedrigflug als notwendig, die Schleppantenne einzuholen, an ihrer Stelle wird dann eine Festantenne benutzt. Gegenüber Bodenstationen ist der Funkempfang im Flugzeug durch einen stark erhöhten Störspiegel behindert.

Da die Übertragung der Signale von und zum Flugzeug von sehr vielen und wechselnden Faktoren beeinflußt wird, ist die sogenannte Reichweite einer Flugfunkverbindung eine noch weniger scharf umrissene Größe als bei Bodenstationen. Die richtige Bemessung von Flugfunkverbindungen erfordert die genaue Kenntnis aller Einzelglieder der Übertragungskette. Die anfangs in den Luftverkehr eingeführten Flugfunkgeräte haben größtenteils ohne solche genaue Kenntnis der Unterlagen entwickelt werden müssen. Die Hauptentwicklungsarbeit galt zunächst der konstruktiven Durchbildung der Geräte. Zuverlässigkeit, stete Betriebsbereitschaft, geringes Gewicht, geringer Raumbedarf sind die Anforderungen, die der „rauhe" Flugfunkbetrieb an die Geräte stellt, auch dürfen Störungen des Fluges durch das Funkgerät nicht auftreten. Alle diese Forderungen werden jetzt durch die von der Industrie entwickelten Geräte erfüllt.

In jüngster Zeit hat man begonnen, die Leistung der Funkgeräte für die besonderen Erfordernisse des Flugverkehrs zu bemessen. Hierbei sind die beiden Fälle: Verbindung Flugzeug — Erde und Verbindung Erde — Flugzeug als die wichtigsten zu unterscheiden. Die drahtlose Verbindung zwischen zwei Flugzeugen spielt in der zivilen Luftfahrt heute noch eine geringere Rolle. Da die Sende- bzw. Empfangsverhältnisse der Bodenstation als bekannt angenommen werden können, mußten die Besonderheiten der Sende- und Empfangsverhältnisse im Flugzeug sowie die Eigenschaften des Übertragungsmittels quantitativ untersucht werden. Aus den gewonnenen Unterlagen läßt sich die Flugfunkverbindung dimensionieren.

2. Leistungsaufwand und Strahlungsverhältnisse des Flugzeugsenders.

Der Flugzeugsender soll bei möglichst geringer Leistungsaufnahme eine möglichst große Strahlungsleistung abgeben. Während man im allgemeinen Fernmeldeanlagen so bemißt, daß ihre Nennleistung die maximal abgegebene Höchstleistung ist, muß der Flugfunksender auch einen guten Wirkungsgrad haben, da im Flugzeug nicht eine beliebige Menge an Energie zur Verfügung steht. Die z. Z. an Flugzeugen praktisch brauchbaren Antennenformen ergeben für die international vereinbarte Luftfahrtwelle von 900 m verhältnismäßig kleine Strahlungswiderstände. Da zur Abstimmung die Antenne ziemlich weit zu verlängern ist, enthält der Antennenkreis viel zusätzliche Abstimmittel und damit erhebliche Verlustwiderstände. In erster Näherung kann man deshalb annehmen, daß der in der Antenne erzielte Höchststrom bei gegebenem Sender nur wenig von der Bauart der Antenne abhängt. Man kann also Sender und Antenne getrennt voneinander behandeln.

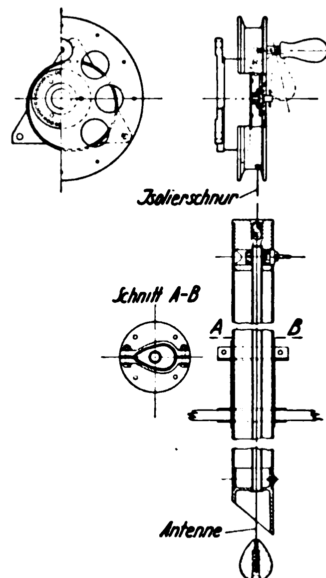


Abb. 1. Schleppantennen-Anlage für Flugzeuge.

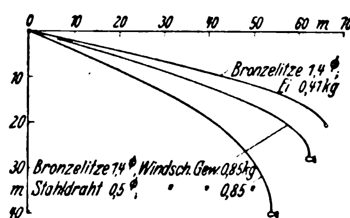


Abb. 2. Gestalt von Schleppantennen (Geschwindigkeit 130 km/h).

Als Antenne werden im Flugzeug Schleppantennen oder Festantennen verwandt. Die übliche Schleppantennenanlage zeigt Abb. 1. Abb. 2 zeigt die Gestalt, die der aus dem Flugzeug heraushängende Draht annimmt, der mit dem sog. Antennenei beschwert ist; sie ist am Ende stark nach unten gekrümmt. Wir können heute die Form der Antenne recht genau konstruieren, wenn Luftwiderstand und Auftrieb des Antennenseils bei verschiedenen Anstellwinkeln und der Luftwiderstand des Belastungskörpers bekannt sind[1]. Man kann sich die Gestalt der Schleppantenne so zustandegekommen denken: Bei einem unbelasteten, dem Fahrwind ausgesetzten Draht wirkt auf jedes Längenelement dieselbe Kraft, die sich aus dem Gewicht des Längenelements, seinem Auftrieb und Luftwiderstand zusammensetzt. Das Seil würde also unter

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 6. X. 1931. — Bei der Zusammenstellung dieses Vortrages ist weitgehend von den Ausführungen in dem kürzlich erschienenen Werk: H. Faßbender, Hochfrequenztechnik in der Luftfahrt, Gebrauch gemacht worden [herausgegeben im Auftrag der DVL unter Mitarbeit von W. Brintzinger, F. Eisner, H. Faßbender, M. H. Gloeckner, P. v. Handel, K. Krüger, G. Kurlbaum, F. W. Petzel u. H. Plendl; Berlin 1932, Verlag von Julius Springer]. Dort sind auch weitere ausführliche Literaturangaben zu finden. Eine Aussprache über den Vortrag fand nicht statt.

[1] F. Eisner, G. Sudeck, R. Schröer u. O. Zinke, Vergrößerung der effektiven Höhe von Flugzeugschleppantennen, Luftf.-Forschg. Bd. 8, S. 141 (1931) u. Z. Hochfrequenztechn. Bd. 37, S. 219 (1931).

einem gewissen Winkel, dem sog. Grenzwinkel, gegen die Horizontale nach unten geneigt geradlinig aus dem Flugzeug heraushängen. Durch das Antennenei wird das Ende der Antenne nach unten gezogen. Diese Verlagerung des Endes macht sich je nach den Abmessungen von Seil und Gewicht mehr oder weniger weit auf dem Antennenseil bemerkbar. Ein schwerer Belastungskörper ohne erheblichen Luftwiderstand — etwa von windschnittiger Form — kann die Antenne recht stark abwärts ziehen, dagegen würde ein Körper mit Luftwiderstand aber ohne erhebliches Gewicht das Ende horizontal nach hinten ziehen, also das Seil nach oben krümmen.

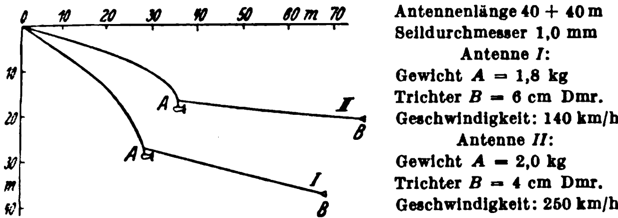


Abb. 3. Graphisch ermittelte Formen von L-Antennen.

Die Gestalt der Antenne bestimmt ihre Strahlungseigenschaften. Wir können aus der Form des Antennenseils die elektrischen Eigenschaften der Antenne ableiten: die für die Strahlung maßgebende effektive Höhe (bzw. Strahlungswiderstand) und den Verlustwiderstand. Auf der Erde wird im allgemeinen die vertikale Komponente der Empfangsfeldstärke ausgenutzt. Die schräg liegende Antenne erzeugt aber nur eine kleine Komponente der Feldstärke in vertikaler Richtung. Wenn man eine Antenne hätte, die unter größerem Winkel aus dem Flugzeug heraushinge, so könnte man die auf der Erde nutzbare Strahlung der Station erhöhen, vorausgesetzt, daß sich im Antennenaufhängepunkt der gleiche Strom erzielen läßt. Abb. 3 zeigt einen in dieser Richtung gemachten Vorschlag der DVL. Mit der „L-Antenne" kann man etwa die vierfache effektive Höhe und die dreifache Stromfläche gegenüber der einfachen Schleppantenne erzielen. Diese Antenne hat sich bereits bei vielen Flügen bewährt, nur ist noch keine betriebsbrauchbare Konstruktion der Auslaß- und Einholevorrichtung vorhanden.

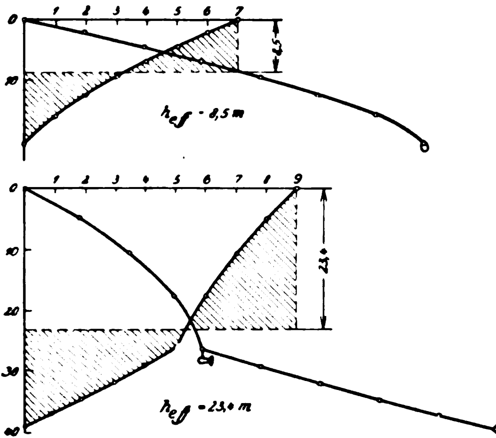


Abb. 4. Konstruktion der effektiven Höhe von Flugzeug-Schleppantennen.

Zur Berechnung der Fernwirkung der Sendeantenne muß man für jedes Längenelement dl sein Produkt mit dem Strom I bilden, dessen vertikale Komponente $I\,dh$ zur Bestimmung der effektiven Höhe $\frac{1}{I_0}\int_0^h I\,dh$ benötigt wird. I_0 ist der Strom im Aufhängepunkt. Man begeht keinen erheblichen Fehler, wenn man annimmt, daß auf dem Antennendraht der Strom linear nach dem Ende hin abnimmt. Alsdann geht die Bestimmung der effektiven Höhe der Sendeantenne nach Abb. 4 folgendermaßen vor sich. Man teilt die Antenne in n gleiche Teile und setzt den Strom im Anfangspunkt Null gleich n Einheiten, die man horizontal von Null aus aufträgt. Dann trägt man von der durch Null gelegten Vertikalen durch jeden Teilpunkt der Antenne den zugehörigen Teilstrom horizontal auf. Man erhält so die Stromfläche, deren mittlere Höhe h_{eff} ist. Die Konstruktion solcher effektiven Höhen liefert Ergebnisse, die mit der Messung gut übereinstimmen. Zahlentafel 1 enthält Zahlenangaben von effektiven Höhen von Schlepp- und L-Antennen.

Zahlentafel 1. Effektive Höhen von Schleppantennen.

	Form der Antenne	Länge m	Antennenmaterial u. -durchmesser	Belastungskörper	effektive Höhe in m: graphisch ermittelt	effektive Höhe in m: gemessen
Flugzeug F 13	Normale Schleppantenne	70	Bronzeseil 1,4 mm	Ei 0,41 kg	8,5	8,5 7,0
	Schleppantenne	70	Stahldraht 0,52 mm	windschn. Gewicht 0,85 kg	16,0	15,4
	L-Ant.	50 + 40	Stahlseil 1 mm	windschn. Gewicht 1,8 kg	23,2	24,7
Luftschiff „Graf Zeppelin"	Schleppantenne	2 · 120	Bronze-Kupfer-Seil 2 mm	2 windschnittige Gewichte 3 und 4 kg	—	29

Flugzeug-Langwellensender arbeiten im allgemeinen mit Schleppantennen. Der Wunsch der Luftfahrt ist jedoch, statt dessen Festantennen benutzen zu können. Diese haben den Vorteil größerer Sicherheit für das Flugzeug, sie benötigen keine Bedienung und ermöglichen Funkverkehr auch vom Boden aus. Festantennen werden dringend für Seeflugzeuge gefordert. Die Abmessungen auch der heute benutzten größeren Flugzeuge wie „Dornier Wal" oder „Junkers G 24" sind jedoch zu klein, als daß mit Festantennen beim Verkehr über Land ein sicherer Verkehr über weitere Strecken erzielt werden kann. Nur über See kann man mit Festantennen schon einen einigermaßen befriedigenden Funkverkehr abwickeln. Die effektive Höhe solcher Festantennen liegt in der Größenordnung von 1 m.

Die Antenne wirkt auf den Sender so zurück, als ob sie ein Schwingungskreis wäre, der auf die auszusendende Welle nicht abgestimmt ist und Widerstand besitzt. Die Abstimmung erfolgt bei den über der Eigenwelle liegengen Betriebswellen durch zusätzliche Induktivitäten; der Widerstand der Antenne setzt sich aus dem Strahlungswiderstand und dem Verlustwiderstand zusammen. Der Strahlungswiderstand ist der eigentliche Nutzwiderstand. Er hängt bei einer vertikalen Antenne mit der effektiven Höhe durch die Gleichung $R_S = 80\,\pi^2 \left(\frac{h_{eff}}{\lambda}\right)^2$ zusammen. Bei der schräg liegenden Flugzeugantenne ist zur Berechnung der Rückwirkung auf den Sender jedoch nicht die oben benutzte Summe aus den vertikalen Komponenten $I\,dh$ sondern der größere Wert $\frac{1}{I_0}\int_0^l I\,dl$ zu benutzen.

Der Verlustwiderstand R_V ist ein gewisser Teil des ohmschen Leitungswiderstandes des Antennenseiles, der sich nach der Stromverteilung richtet. Man kann leicht errechnen, daß er bei linearer Stromverteilung ⅓ des gesamten Hochfrequenzwiderstandes des Antennenseiles beträgt. Der Antennenkreis enthält außerdem noch die Widerstände R_{AM} der Abstimmittel, so daß der Antennenkreis-Widerstand R_{AK} sich folgendermaßen zusammensetzt

$$R_{AK} = R_S + R_V + R_{AM}.$$

Man sieht aus Tafel 2, daß der Strahlungswiderstand nur einen bescheidenen Teil des Gesamtwiderstandes ausmacht und der Hauptteil der Leistung in den Abstimmmitteln verbraucht wird.

Zahlentafel 2. Widerstände des Antennenkreises eines Langwellen-Flugzeugsenders mit Schleppantenne.

Wellenlänge m	Frequenz kHz	R_{AK} Ω	R_{Ant} Ω	R_S Ω
450	667	12,1	5,3	0,40
650	462	15,0	5,0	0,33
950	316	15,4	4,2	0,16
1350	222	24,5	3,9	0,051

Der Flugzeugsender erzeugt im Antennenkreis die Leistung $I_0^2 R_{AK}$. Hierzu ist bei den im Flugzeug ausschließlich benutzten Röhrensendern ein Aufwand an Anodenleistung und an Heizleistung nötig, dessen Größe man aus den Zahlen der Tafel 3 entnehmen kann. Bei

Zahlentafel 3. Aufgenommene und abgegebene Leistung von Flugzeugsendern.

	aufgewandte Leistung W	entnommen aus	Heizleistung W	Anodenleistung W	Gesamtaufnahme des Senders W	Antennenstrom A	Leistung im Antennenkreis W	Antennenleistung W
Flugzeug-70 W-Station	1100	Fahrwind	128	193	321	2,33	81	22,8
Flugzeug-10 W-Station (Kleingerät)	142	Bordbatterie	6,3	62	68,3	1,2	24,9	5,8

kleineren Stationen wird die gesamte Leistung der Bordbatterie entnommen, dabei wird durch einen Umformer die Anodenspannung für die Senderöhren erzeugt. Größere Stationen entnehmen z. Z. ihren Energiebedarf aus dem Fahrwind. Mittels eines Regelwindflügels wird ein Generator angetrieben, der Heizung und Anodenspannung für die Station liefert.

Von Interesse ist die Abhängigkeit der Strahlung eines Senders von der Flughöhe. In geringer Flughöhe wird das elektrische Feld der Sendeantenne durch die Gegenwart der leitenden Erde verändert. Dies kann man insbesondere bei Seeflugzeugen mit Festantennen beobachten; wenn das Flugzeug auf dem Wasser schwimmt, nimmt bei längeren Wellen ($\lambda = 900$ m) die effektive Höhe etwa auf das Doppelte zu gegenüber dem Wert bei größerer Flughöhe. Für die theoretische Berechnung der Strahlung ergänzt man die Antenne durch ein innerhalb der Erde angenommenes Spiegelbild zu einem symmetrischen Gebilde. Die Ströme dieses Spiegelbildes sind im allgemeinen Fall nach Größe und Phase von den Antennenströmen verschieden. Durch die richtige Zusammensetzung der von der Antenne und ihrem Spiegelbild ausgehenden Strahlung lassen sich Vertikal- und Horizontal-Charakteristik der Flugzeugantenne theoretisch ableiten. Messungen ergaben, daß bei langen Wellen ein systematischer Einfluß der Flughöhe auf die Empfangsfeldstärke nicht nachweisbar ist. Von diesem Einfluß der Flughöhe auf die Strahlung der Antenne ist der Einfluß der Flughöhe auf die Ausbreitung der Wellen wohl zu unterscheiden.

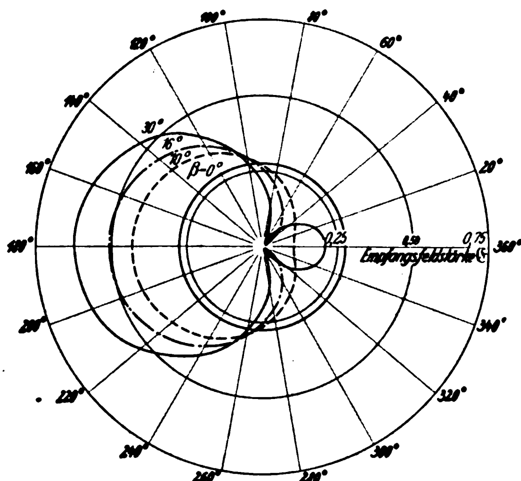


Abb. 5. Berechnete Richtcharakteristik der Flugzeug-Schleppantenne für verschiedene Sichtwinkel β.

Da man die Flugzeugantenne als einen schräg liegenden Dipol auffassen kann, erhält man auf der Erdoberfläche verschiedene Empfangsfeldstärken, wenn man in verschiedenen Richtungen gegen die Flugzeuglängsachse beobachtet (Abb. 5). Die Form der Charakteristik[2] hängt von dem Winkel α ab, den der Ersatzdipol gegen die Horizontale bildet, sowie von dem Erhebungswinkel β gegen die Erdoberfläche, unter dem das Flugzeug vom Empfänger aus erscheint. Für $\alpha = \beta$ ist hinter dem Flugzeug die Empfangsfeldstärke gleich Null, für $\beta = 0$ ist die Charakteristik ein Kreis. Der Nachrichtenempfang wird durch diese Richtwirkungen nicht gestört, da bei den üblichen Flughöhen in geringer Entfernung vom Empfangsort der Sichtwinkel $\beta \approx 0$ ist und der Zustand verschwindenden Empfangs wegen der großen Flugzeuggeschwindigkeit nur ganz kurze Zeit bestehen bleibt. Allerdings kann der Verkehr zwischen zwei Flugzeugen durch diese Richtwirkungen unter Umständen empfindlich gestört werden. Durch die Richtwirkungen treten auch beim Peilen Störungen auf, darauf kann hier jedoch nicht eingegangen werden.

3. Empfangsverhältnisse im Flugzeug.

Unterscheidet sich das Senden vom Flugzeug aus gegenüber Sendungen von Bodenstationen im wesentlichen durch die besondere Antennenform und den Einfluß der Flughöhe, so ist der Empfang im Flugzeug hauptsächlich durch den gegenüber Boden- und auch Schiffstationen stark erhöhten Störspiegel gekennzeichnet. Infolge des hohen Störspiegels sind im Flugzeug zum sicheren Empfang von Telegraphiezeichen oder von Telephonie erheblich größere Empfangsfeldstärken notwendig als am Boden. Die Störungen werden durch die auch bei großen Flugzeugen enge Nachbarschaft von Funkanlage und Triebwerk hervorgerufen. Das Flugzeug hat verhältnismäßig starke Motoren, die dauernd laufen müssen; dabei ist es nur leicht gebaut. Durch die Erschütterungen und den Lärm werden sowohl Empfänger als auch Beobachter gestört. Dazu kommt noch die Wirkung der in der Zündanlage des Motors auftretenden Funken, die die Ursache der sogenannten „Zündstörungen" sind. Im Flugzeug fehlen aber auch die bei Bodenempfangsanlagen immer vorhandenen elektrischen Fernstörungen nicht, die von atmosphärischen Entladungen oder von fremden Sendern herrühren, sowie elektrische Nahstörungen durch Schaltvorgänge in benachbarten elektrischen Anlagen, die sich ähnlich wie beim Rundfunkempfang oftmals unangenehm bemerkbar machen. Wenn man also von den inneren Störungen des Empfängers absieht, die sich als Empfängerrauschen bemerkbar machen, so kann man die Empfangstörungen im Flugzeug nach ihrer Entstehungsursache gemäß Tafel 4 einteilen.

Tafel 4.

Störungen mit elektrischer Ursache	Störungen mit mechanischer Ursache
Fernstörungen	Erschütterung des Antennensystems
atmosphärische	unsichere Kontakte
fremde Sender	Erschütterung des Empfängers
Nahstörungen	**Störungen mit akustischer Ursache**
Schaltvorgänge an Bord	Mikrophoneffekt
Zündstörungen	Verdeckungseffekt

Es kann nicht Aufgabe der Forschung sein, die Störungen im einzelnen ganz genau zu untersuchen. Die Erkenntnis des Wesens der Störungen soll dazu dienen, sie so vollkommen wie möglich zu beseitigen.

Die elektrischen Fernstörungen sucht man wie beim Rundfunkempfang durch hohe Selektivität des Empfängers unschädlich zu machen. Die Richtungselektivität kann man wie bei ortsfesten Anlagen im Flugzeug nur dann ausnutzen, wenn ein richtungsempfindlicher Empfänger — etwa ein Peilempfänger — an Bord vorhanden ist. Die Frequenzselektivität sollte man so hoch treiben, wie es die Betriebsicherheit zuläßt.

Die Zündstörungen machen sich dadurch bemerkbar, daß die von jedem Zündfunken erregten hochfrequenten Schwingungen im Empfänger aufgenommen werden und im Empfangstelephon ein Knacken hervorrufen. Diese Töne setzen sich infolge der regelmäßigen Aufeinanderfolge zu einem Knarrgeräusch zusammen. Die Zündstörungen sind bei Kurzwellenempfang im allgemeinen unangenehmer als bei Langwellenempfang. Man kann sie heute durch die Abschirmung der gesamten Zündanlage des Motors einschließlich der Kerzen restlos beseitigen. Dieses Mittel wird jetzt in Deutschland in steigendem Maße angewandt, in den V. S. Amerika gibt es kaum noch FT-Flugzeuge ohne Zündabschirmung. Die elektrischen Nahstörungen werden in der vom Rundfunk her bekannten Weise bekämpft.

Die Störungen, die von den Erschütterungen sowohl des Antennensystems als auch des Empfängers hervorgerufen werden, sind bei Kurzwellenempfang im Flugzeug erheblich unangenehmer als bei langen Wellen[3]. Die Erschütterungen des Antennensystems im Flugzeug, also der Antenne und der „Masse", haben Veränderungen der Antennenkapazität zur Folge. Wird hierdurch der Emp-

[2] G. Sudeck, Z. Hochfrequenztechn. Bd. 35, S. 89 (1930).

[3] W. Brintzinger, P. v. Handel u. H. Viehmann, Z. Hochfrequenztechn. Bd. 38, S. 1 (1931).


OSRAM
100W
OSRAM
75W
OSRAM
60W
OSRAM
40W
OSRAM
25W
OSRAM
15W
OSRAM
Innenmattierte
Osram-Lampen
Klarglas-Lampen erzeugen auf lichtstreuenden Hüllen störende helle Schlieren, mattierte Lampen nicht; sie geben gleichmäßiges Licht. Außenmattierte Lampen verschmutzen aber leicht und lassen sich schwer reinigen. Deshalb werden die genormten Osram-Lampen (Einheitsreihe der 6 Typen von 15 bis 100 Watt) innen mattiert. Die Innenmattierung läßt die Außenfläche glatt und verursacht im Gegensatz zur Außenmattierung einen praktisch belanglosen Lichtverlust. Mit den 6 Einheitstypen lassen sich die meisten Lichtbedürfnisse befriedigen.
OSRAM
G. m. b. H. Kommanditgesellschaft

GESCHICHTSTAFELN DER ELEKTROTECHNIK

Zusammengestellt von **PROF. DIPL.-ING. SIGWART RUPPEL**

127 Seiten Text mit 5 graphischen Darstellungen und 67 Abbildungen auf Tiefdrucktafeln, Din A 4

Kartoniert RM 6.—, in Leinen RM 8.50 (für VDE-Mitglieder kart. RM 5.—, Leinen RM 7.50.) (Sämtliche Preise verstehen sich zuzüglich Porto.)

Ruppel hat auf Grund eines umfangreichen Materials einen ersten Versuch unternommen, die Entwicklung der Elektrotechnik nach wissenschaftlichen Gebieten geordnet in Form von Geschichtstafeln zusammenzustellen. Es ist hier sehr wertvolle Arbeit geleistet worden, die in letzter Stunde verhindern soll, daß jetzt noch zu ermittelnde Angaben verloren gehen. Die Schrift will gleichzeitig die Aussprache über die geschichtlichen Grundlagen in Gang bringen und zu einer allgemeinen systematischen Materialsammlung anregen. Es sind daher auch nur eindeutig festliegende Unstimmigkeiten fortgelassen, da jetzt noch viele Elektrotechniker auf Grund der miterlebten Entwicklung in der Lage sind, Angaben richtig zu stellen und wertvolle Ergänzungen zu bringen.

Als Einschaltungen enthalten sie eine sehr interessante Reihe von Lichtbildern, die die Entwicklung der elektrischen Geräte, Maschinen und Anlagen zeigen, indem meist einer alten Abbildung eine ganz neuzeitliche gegenübergestellt ist. Das Buch, dessen Herausgabe zum 50jährigen Jubiläum der Elektrotechnischen Gesellschaft zu Frankfurt a. M. erfolgte, wird für alle Elektrotechniker, die Interesse an der Geschichte ihres Faches haben oder sie selber fördernd beeinflußten, von großem Interesse sein.

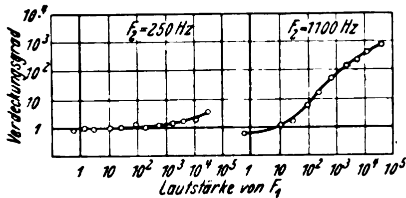
Die systematische Gliederung der Geschichtstafeln: Physikalische Grundlagen / Transformatoren / Maschinen, Regler / Motoren, elektrische Antriebe, Anlasser / Elektrische Bahnen / Leitungen, Kabel / Isolatoren / Isolierstoffe / Kraftübertragung, Eltwerke / Schaltanlagen, Schalter / Relais / Schutzmaßnahmen / Installationen / Beleuchtung / Elektrowärme / Akkumulatoren / Elemente / Elektrochemie, Metallurgie / Gleichrichter / Meßtechnik / Zähler / Telegraphie, Telephonie / Drahtlose Fernmeldetechnik / Tonfilm / Musikübertragung / Signale / Rohrpost / Elektrische Uhren / Elektromedizin / Ausstellungen, Kongresse, Vereinigungen, Gesetze, Einheiten, Normen.

VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER E.V.

VERLAGSABTEILUNG · BERLIN-CHARLOTTENBURG 4 · BISMARCKSTR. 33


3821

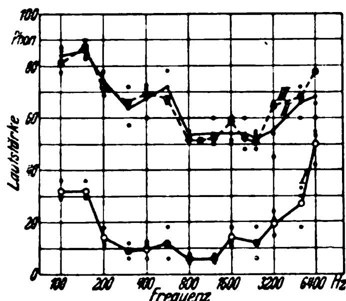
fangston geändert, so treten starke Zeichenstörungen auf. Man vermeidet die Störungen durch Empfangschaltungen, die einen Übertritt der Überlagerungschwingung in die Antenne ausschließen. Die Masse, d. h. der Flugzeugkörper, kann besonders bei Flugzeugen in Gemischtbauweise Anlaß zu Empfangstörungen sein. In den Maschinen sind zahlreiche Spannseile, Züge, Rollen und Scharniere vorhanden, die sich unter dem Einfluß der Erschütterungen bewegen und sich auch berühren können,



verdeckender Ton F_1 = 800 Hz; verdeckter Ton F

Abb. 6. Verdeckungseffekt reiner Töne.

wobei ein elektrisch mehr oder weniger gut leitender Kontakt entsteht. Im Felde der schwingenden Antenne können hierdurch starke Zeichenzerstörungen auftreten. Man beseitigt sie ebenfalls durch Verhinderung des Übertrittes der Überlagererschwingung in den Antennenkreis. Diese Maßnahmen werden in Deutschland für wirksamer gehalten als das in Amerika benutzte „Abbinden", bei dem durch Kupferverbindungen sämtliche Metallteile des Flugzeuges elektrisch gut leitend miteinander verbunden werden.



I Reizschwelle ohne Geräusch
II Reizschwelle außerhalb der Kabine
III in der Kabine

Abb. 7. Audigramm des Geräusches einer Junkers F 13.

Während die eben behandelten Störungen besonders stark bei Kurzwellenempfang auftreten, sind die Störungen mit akustischer Ursache bei Langwellenempfang ebenso unangenehm. Der im Flugzeug vorhandene Lärm ist sehr groß, er kann in Großflugzeugen bis an die obere Gefühlsgrenze reichen. Das Flugzeuggeräusch rührt hauptsächlich vom Motorauspuff und der Luftschraube her. Es hat ein Spektrum, das von sehr tiefen Tönen in der Größenordnung von 50 Hz bis zu hohen Tönen — über 2000 Hz — reichen kann. Bei einem Sechszylinder-Flugzeugmotor, der mit 1500 U/min läuft, ist die Grundfrequenz $f_1 = \frac{6 \cdot 1500}{60 \cdot 2} = 75$ Hz. Treibt er eine zweiflüglige Luftschraube an, so erzeugt sie die Grundfrequenz $f_2 = \frac{2 \cdot 1500}{60} = 50$ Hz. Durch die Wirkung des starken Lärms wird nicht nur die gewöhnliche Unterhaltung im Flugzeug, sondern auch der Empfang von Telegraphiezeichen und von Telephonie sehr erschwert. Diese Wirkung beruht z. T. auf dem sog. Mikrophoneffekt des Empfängers, hauptsächlich jedoch auf dem Verdeckungseffekt. Der Mikrophoneffekt besteht darin, daß durch die Schallwellen Teile des Empfängers zum Mitschwingen gebracht werden, wodurch im Empfangstelephon Töne entstehen. Die Störungen können durch stabilen Bau des Empfängers weitgehend beseitigt werden. Der Verdeckungseffekt äußert sich darin, daß das Ohr leise Töne in Gegenwart lauter Töne niedrigerer Frequenz nicht wahrnimmt. Aus Abb. 6 erkennt man, daß der Effekt besonders bei hohen Schalldrucken des verdeckenden Tones auftritt. Haben beide Töne nahezu die gleiche Frequenz, so tritt der Verdeckungseffekt schon bei kleineren Schalldrucken auf. Die großen Schalldrucke der tiefen Teiltöne des Flugzeuggeräusches verdecken also in hohem Maße die hohen Teiltöne der Sprache. Man benutzt den Verdeckungseffekt, um ein Geräusch zu charakterisieren, indem man die Erhöhung der Reizschwelle des Ohres angibt, die für jeden Ton des Hörbereiches eintritt. Abb. 7 zeigt ein solches „Audigramm" für das Geräusch eines Flugzeuges, Muster Junkers F 13. Aus solchen Audigrammen ersieht man, daß durch Gegenwart des starken Flugzeuggeräusches ⅓ der Hörfläche verloren geht, ein Mensch im Flugzeug also zu etwa ⅓ taub ist. Ferner kann man aus den Audigrammen entnehmen, daß Töne mit etwa der Frequenz 1000 Hz auch durch das Geräusch hindurch am besten gehört werden. Eine Frequenz von 1000 Hz erscheint also für den drahtlosen Telegraphieempfang in Gegenwart von Flugzeuggeräusch als besonders geeignet.

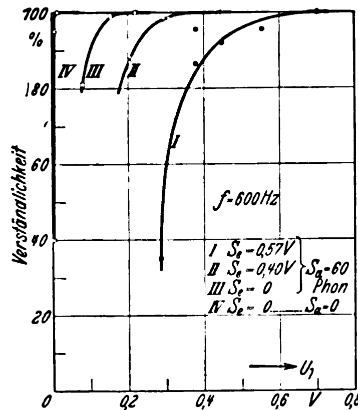


Abb. 8. Telegraphieverständlichkeit, abhängig von der Telephonspannung U_T bei verschiedenen Werten des elektrischen (S_e) und akustischen Störspiegels (S_a).

Der akustische Störspiegel im Flugzeug läßt sich heute noch nicht wesentlich senken. Eine Verminderung der Motordrehzahl würde zu übermäßig großen Durchmessern der Luftschraube führen. Durch eine Schallabschirmung der Kabine würde man wegen der logarithmischen Empfindlichkeit des Ohres eine merkliche Wirkung erst erzielen, wenn man die über 100 Phon betragende Lautstärke des Geräusches etwa um 30 Phon herabsetzen könnte. Das bedeutet aber, daß die Schalldrucke auf 1 ⁰/₀₀ ihres Wertes verkleinert werden müßten. Dazu wäre ein sehr großer Gewichtsaufwand erforderlich, der z. Z. im Flugzeug nicht tragbar erscheint[4].

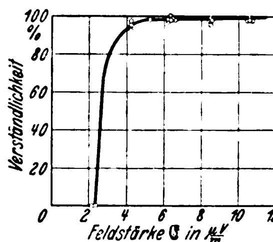


Abb. 9. Telegraphieverständlichkeit, abhängig von der Empfangsfeldstärke in „Focke-Wulf Möwe".

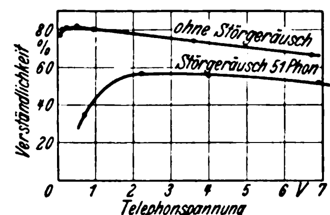
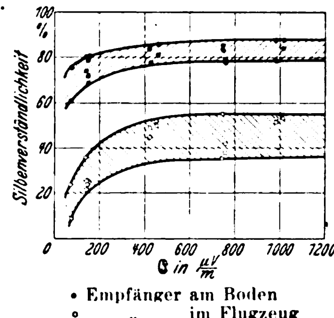


Abb. 10. Silbenverständlichkeit, abhängig von der Telephonspannung eines Langwellen-Flugzeugempfängers mit und ohne Störgeräusch.

An einigen Beispielen sei die Wirkung des akustischen Störspiegels auf den drahtlosen Empfang im Flugzeug gezeigt, ohne daß näher auf Einzelheiten eingegangen werde. Abb. 8 zeigt nach einem Laboratoriumsversuch die Telegraphie-Verständlichkeit eines Flugzeugempfängers abhängig von der Telephonspannung, d. i. das Verhältnis der Zahl der richtig aufgenommenen Telegraphiezeichen zur Zahl der ausgesandten Zeichen. Abb. 9 zeigt das Ergebnis eines entsprechenden Betriebsversuches. Für Telephonieempfang zeigen Abb. 10 und 11 nach entsprechenden Versuchsergebnissen die gewonnenen Silbenverständlichkeiten.



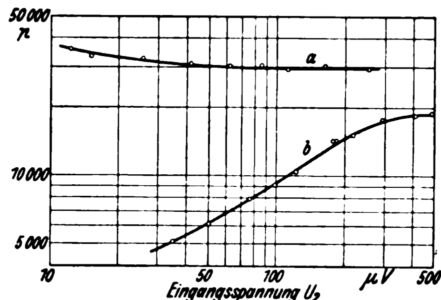
• Empfänger am Boden
∘ „ im Flugzeug

Abb. 11. Silbenverständlichkeit für Flugzeug- und Bodenempfang, abhängig von der Empfangsfeldstärke eines Langwellenempfängers.

Aus den Abb. 8 ... 11 läßt sich die für Flugzeug-Langwellenempfänger notwendige Empfindlichkeit entnehmen. Man kann sagen, daß bei Verkehr mit ungedämpfter Telegraphie eine Telephonspannung von mindestens 1 V notwendig ist, um die erforderliche Zeichen-

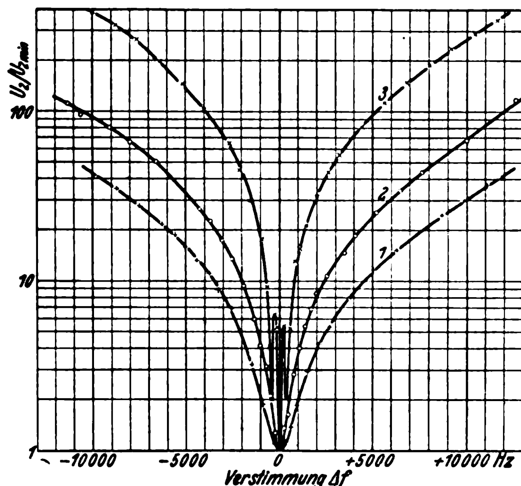
[4] H. L. Dryden, Aeron. Engng. Bd. 2, S. 107 (1930).

verständlichkeit von nahezu 100 % zu erzielen. Bei Telephonie braucht man im Flugzeug mindestens 3 ... 10 V am Fernhörer und erzielt damit eine Silbenverständlichkeit von 40 ... 50 %, die zum Verstehen von Klartext als ausreichend angesehen werden kann. Ein an die Flugzeug-Schleppantenne angeschalteter Flugzeugempfänger braucht zum sicheren Empfang bei Telegraphie eine Empfangsfeldstärke von mindestens 5 µV/m, bei Telephonie eine Empfangsfeldstärke von 200 ... 600 µV/m. Die großen Unterschiede in der Empfangsfeldstärke rühren hauptsächlich daher, daß die Empfänger für Telephonie viel unempfindlicher sind als für Telegraphie, denn es darf nicht mit Überlagerung und niederfrequenter Abstimmung gearbeitet werden. Abb. 12 zeigt nach Messungen der DVL für Telephonie und Telegraphie die Empfindlichkeit eines Langwellen-Flugzeug-Sekundär-Empfängers in Abhängigkeit von der im Antennenkreis wirkenden Spannung. Auch die Selektivität der Empfänger ist bei Telephonie geringer, da ein viel breiteres Seitenband als bei Telegraphie empfangen werden muß. In Abb. 13 und 14 sind Selektionskurven eines Langwellen-Flugzeugempfängers für Telegraphie- und Telephonieempfang gezeigt.



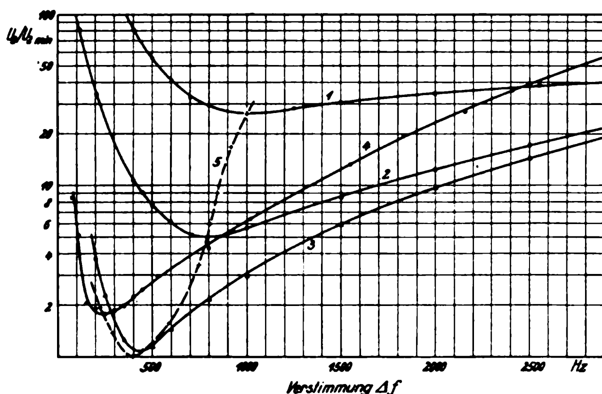
a rein-ungedämpfter Empfang *b* tonmoduliert-ungedämpfter Empfang

Abb. 12. Empfindlichkeit von Flugfunkempfängern: $p = U_T/U_1$. Modulationsgrad 50 %.



Rückkopplung: *1* lose, *2* fester, *3* kurz vor Schwingeinsatz

Abb. 13. Selektionskurve für tonmoduliert-ungedämpften Empfang.



Rückkopplung: *1* lose *2, 3* mittel *4* fest *5* Kurve maximaler Empfindlichkeit

Abb. 14. Selektionskurve für rein-ungedämpften Empfang bei verschiedenen Rückkopplungen.

Für die Bemessung einer Flugfunkverbindung ist die Frage, ob sich der Flugfunkbetrieb mit Telegraphie oder Telephonie abwickeln soll, von entscheidender Bedeutung. Die wissenschaftlich-technischen Gründe lassen Telegraphiebetrieb als viel vorteilhafter erscheinen. Dagegen erscheint Telephonie vom betrieblichen Standpunkt aus einfacher, da in diesem Fall nicht ein im Morsen besonders ausgebildeter Mann im Flugzeug mitzunehmen ist. Neuerdings wird in fast allen europäischen Ländern der Flugfunkverkehr nach deutschem Muster mit Telegraphie betrieben.



Abb. 15. Flugzeug der Aircraft Radio Corp. mit Mastantenne für Leitstrahlempfang.

In den V. S. Amerika wird Langwellenverkehr nur in der Richtung Bodenstation—Flugzeug angewandt, Langwellen-Flugzeugsender gab es nur in den Anfängen des Flugfunkverkehrs. Die amerikanischen Flugfunkgeräte besitzen nur Festantennen in Form eines einfachen windschnittig verkleideten Mastes, Abb. 15. Der Langwellenfunk ist in Amerika eine Art Rundfunk, der halbstündlich oder auch viertelstündlich Wetternachrichten verbreitet, wobei eine Reihe von einfachen Kennworten verwendet wird. Man erzielt auf diese Weise eine ausreichende Verständlichkeit. *(Schluß folgt.)*

Hochdruck-Pumpspeicheranlage in Schweden.

Einer Verschwendung der schwedischen Wasserkräfte sucht, trotzdem sie fast unerschöpflich scheinen, die Regierung durch systematischen Ausbau zu begegnen. Infolge der starken Schwankungen der Wasserspende fließt bei dem im allgemeinen gleichbleibenden Bedarf der Industrie viel Wasser ungenutzt über das Wehr. Diesen Zustand will ein neues Pumpspeicherwerk beseitigen helfen, das etwa 350 km nördlich Stockholms am Indalälv etwa 60 km landeinwärts bei der Stadt Sillre errichtet wird[1]. Die Anlage ist bemerkenswert durch die große Druckhöhe, die größte bei einem Kraftwerk dieser Art in Schweden. Das Gesamtbruttogefälle beträgt 192 m. Als Speicher dient der 3 km nördlich Sillre gelegene Oxsjön-See, der neben dem Speicherwasser natürlichen Zufluß hat, so daß die Anlage als Speicher- und Lauf-Wasserkraftwerk arbeiten wird. Zunächst wird eine Einheit, bestehend aus Turbine, Zentrifugalpumpe und Generator in vertikaler Anordnung, aufgestellt. Zuunterst ist die Pumpe angeordnet, die bei 600 U/min eine Leistung von 2,8 m³/s gegen 198 m besitzt. In der Mitte sitzt die Turbine, eine Francis-Turbine mit Spiralgehäuse von 8600 PS bei einem nutzbaren Gefälle von 180 m. Zuoberst befindet sich der Generator. Beim Pumpenbetrieb läuft die Turbine — belüftet — leer mit. Wenn die Turbine arbeitet, wird die Pumpe abgekuppelt. Der erste Satz, dessen Wasserteil durch die Nydqvist und Holm A. B. Trollhättan geliefert wird, soll Ende 1932 in Betrieb kommen. Eine gleiche Einheit und ein kleinerer Satz ohne Pumpe von 3 ... 4000 PS sollen die Anlage später vervollständigen. *Nsl.*

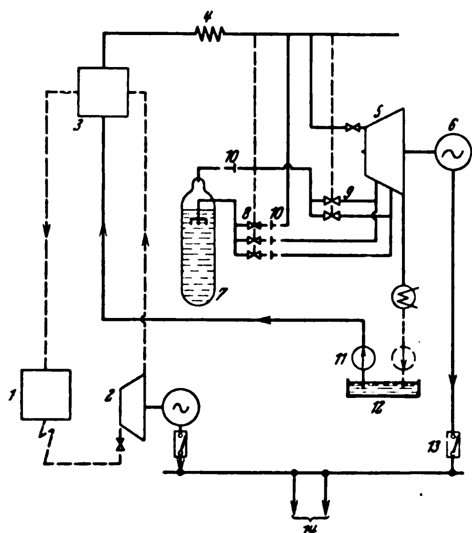
[1] Engineering Bd. 132, S. 61 (1931).

Eine elastische Kupplung der Arbeitsprozesse in Zweistoff-Dampfkraftwerken.

Von **Hermann Schulze**, Auma.

Übersicht. In Zweistoff-Dampfkraftwerken[1], welche ohne Zusammenarbeit mit andern Kraftwerken bzw. Netzen betrieben werden, müssen Belastungsschwankungen aus technischen und wirtschaftlichen Gründen von der Erstkörperanlage ferngehalten werden. Für die deshalb erforderliche elastische Kupplung der Zweistoff-Arbeitsprozesse werden nachstehend Wärmespeicher vorgeschlagen.

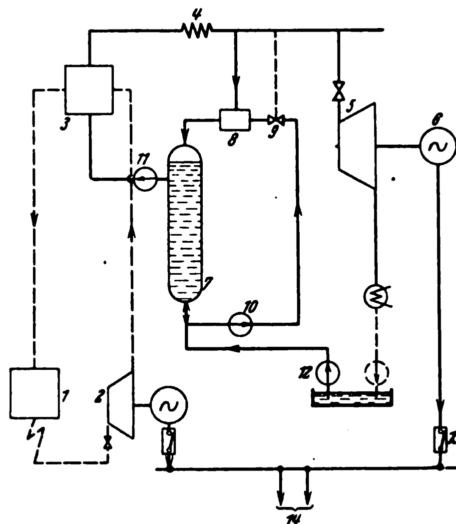
Als Mittel zur Steigerung der Brennstoffausnutzung in Dampfkraftwerken auf dem Wege der Vervollkommnung der Arbeitsprozesse verwendet der gegenwärtige Kraftwerksbau in der Hauptsache den Höchstdruckbetrieb mit Dampfzwischenüberhitzung und das Zweistoffverfahren[1]. Im Gegensatz zum Höchstdruckbetrieb mit Wasserdampf, der sich die Vergrößerung des nutzbaren Wärmegefälles bei — im Vergleich zum Mitteldruckbetrieb — gleicher oder kleinerer Dampferzeugungswärme zunutze macht, erstreben die Zweistoffverfahren mit mäßigen Drücken ähnliche oder bessere Wirkungsgrade als mit hochgespanntem Wasserdampf. Das z. Z. bedeutendste der noch in der Entwicklung begriffenen Zweistoffverfahren ist das von E m m e t vorgeschlagene Quecksilber-Wasserdampfverfahren[2], das schon heute in der amerikanischen Kraftwerkspraxis sehr beachtliche Erfolge aufweisen kann. Deshalb werden der Kürze halber nach dem Zweistoffverfahren betriebene Dampfkraftwerke im folgenden kurz Quecksilberwerke (Hg-Werke, -Kessel, -Turbinen usw.) genannt, worunter jedoch sinngemäß alle Zweistoff-Kraftwerke bzw. deren Einrichtungen verstanden werden sollen.



1 Hg-Kessel	5 kombinierte Frischdampf-(Speicherdampf-)Turbine
2 Hg-Turbine	7 Ruths-Speicher
3 Hg-Kondensator/Wasserdampferzeuger	8 Überstromventile
4 Überhitzer für Wasserdampf	9 Speicherdampf-Einlaßventile
	10 Rückschlagklappen

Abb. 1. Prinzipschema eines Zweistoff-Dampfkraftwerkes mit elastischer Kupplung der Arbeitsprozesse durch G e f ä l l e speicher.

Werden Hg-Werke für sich allein, d. h. nicht in Verbindung mit andern Dampfkraftwerken bzw. Wasserdampfkesseln betrieben, so besteht zwischen den Arbeitsprozessen ihrer Erst- und Zweitkörperanlage eine starre Kupplung insofern, als die jeweilige gesamte Leistungserzeugung sich auf Erst- und Zweitkörperanlage stets nach einem festen, durch die nutzbaren Wärmegefälle der Arbeitsprozesse bestimmten Verhältnis verteilt. Belastungsschwankungen wirken sich in solchen Fällen also gleichzeitig auf beide Verfahren und damit stets bis auf die Hg-Kesselanlage und deren Feuerführung aus. Da jedoch Hg-Kessel und -Turbinen ähnlich wie Höchstdruck-Wasserdampfanlagen gegen die Folgen des aussetzenden Betriebes, wie Wärmespannungen, -dehnungen usw., sehr empfindlich sind, müssen in Hg-Anlagen, welche allein für sich, d. h. nicht im Parallelbetrieb mit andern, die Belastungschwankungen von der Hg-Anlage fernhaltenden Netzen bzw. Kraftwerken betrieben werden, die Arbeitsprozesse so weit entkuppelt werden, daß die schwankende Leistungserzeugung ausschließlich der der Erstkörperanlage nachgeschalteten Wasserdampfanlage zugewiesen wird, die Erstkörperanlage (Hg) dagegen un-



1 Hg-Kessel	5 Dampfturbine (Frischdampf)
2 Hg-Turbine	7 Gleichdruckspeicher
3 Hg-Kondensator (Wasserdampferzeuger)	8 Mischvorwärmer
4 Überhitzer für Wasserdampf	9 von der Belastung gesteuertes Ventil
	10, 11, 12 Pumpen

Abb. 2. Prinzipschema eines Zweistoff-Dampfkraftwerkes mit elastischer Kupplung der Arbeitsprozesse durch G l e i c h d r u c k speicher.

abhängig von der schwankenden Leistungsanforderung der Verbraucher mit voller Leistung und hohem Wirkungsgrad durchgefahren werden kann. Diese elastische Kupplung der Arbeitsprozesse läßt sich erreichen durch die Anwendung von Wärmespeichern im Arbeitsprozeß der Wasserdampfanlage, welche bei Teilbeaufschlagung der Zweitkörper-Kraftmaschine bis herab zu deren völliger Stillsetzung die im Kondensator der Hg-Anlage überschießend anfallende Hg-Verdampfungswärme aufspeichern und in Zeiten gesteigerter Belastung in der Wasserdampf-Kraftmaschine in Kraft umsetzen. Als Wärmespeicher für diesen Zweck können grundsätzlich sowohl Gefälle- (Abb. 1) als auch Gleichdruckspeicher (Abb. 2) verwendet werden.

In Abb. 1 wird der im Hg-Kessel *1* erzeugte Hg-Dampf der Hg-Turbine *2* zugeleitet und nach Austritt aus dieser im Hg-Kondensator *3* niedergeschlagen. Letzterer, der so hoch über dem Kessel *1* angeordnet ist, daß das Gewicht des abwärts strömenden Hg den Kesseldruck überwindet und somit eine besondere Speisepumpe entbehrlich macht, dient gleichzeitig als Dampfkessel für die nachgeschaltete Wasserdampfanlage. Der im Hg-Kondensator *3* erzeugte Wasserdampf wird in dem im Zuge der Rauchgase des Kessels *1* liegenden Überhitzer *4* überhitzt und der kombinierten Frischdampf-Speicherdampfturbine *5* zugeleitet. Dieser ist der Gefällespeicher *7* beigegeben, der mit ihr bzw. der Frischdampfleitung über die Überströmventile *8* und die Speicherdampfeinlaßventile *9* mit den Rückschlagklappen *10* verbunden ist. Die Speisewasserpumpe *11* drückt das zu verdampfende Wasser aus dem Behälter *12* in den Hg-Kondensator *3*. Die Fördermenge der Pumpe ist konstant und eingestellt auf die

[1] Beim Zweistoffverfahren werden bekanntlich 2 Stoffe, z. B. Quecksilber und Wasser, verdampft, wobei sich gute Wirkungsgrade bei mäßigen Drücken erreichen lassen; vgl. F r. M ü n z i n g e r, Die vier Haupttendenzen im heutigen Kraftwerkbau, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 217 (1931).

[2] Vgl. Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 233; Power Bd. 72, S. 4 (1930); Electr. Wld., N. Y., Bd. 96, S. 35; Engineering Bd. 131, S. 65 (1931); ETZ 1924, S. 121.

Menge des im Kondensator *3* niederzuschlagenden Hg-Dampfes. Sinkt die Belastung unter die der konstanten Feuerführung des Hg-Kessels entsprechende Leistung, so öffnen sich unter dem Einfluß des Druckanstieges in der Frischdampfleitung hinter dem Überhitzer *4* die Überströmventile *8*; der Speicher *10* wird durch Entnahmedampf geladen. Die Hg-Anlage läuft mit unverminderter Leistung, die Wasserdampfanlage mit Teilleistung. Bei Belastungsanstieg über die der konstanten Feuerführung des Hg-Kessels entsprechende Leistung wird Dampf aus dem Speicher *7* in die entsprechenden Zwischenstufen der Turbine *5* geleitet. Bei plötzlichem Ausfall der Turbine *8*, beispielsweise bei im Störungsfalle eintretender Abschaltung des Generators *6* mittels Schalters *13* infolge Ansprechens der Generatorschutzeinrichtungen (Differentialschutz usw.) tritt der im Hg-Kondensator *3* unvermindert weiter erzeugte Dampf direkt in den Speicher *7*. Der in solchen Fällen eintretende Gefälleverlust kann, da es sich um Störungs-, also Ausnahmefälle handelt, ohne weiteres in Kauf genommen werden. Die beiden Arbeitsprozesse des Zweistoff-Verfahrens sind so weit entkuppelt, daß die Hg-Anlage unabhängig von den Lastschwankungen der Verbraucher *14* in konstanter Leistung durchgefahren werden kann.

Die gleichen Überlegungen gelten sinngemäß für die mit Gleichdruckspeicher ausgerüstete Wasserdampfanlage eines Zweistoff-Dampfkraftwerkes gemäß Abb. 2.

Auf die sich für die Wirtschaftlichkeit der Krafterzeugung ergebenden Unterschiede in der Anwendung von Gefälle- und Gleichdruckspeichern nach den Prinzipschemen der Abb. 1 und 2 soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Erwähnt seien nur die besonderen Vorteile des Gefällespeichers beim Verbundbetrieb der Zweistoffanlage mit einem zweiten Speichersystem als Spitzenkraftquelle[3] (Pumpspeicher, Elektrospeicher usw.). Die Anwendung von Gefällespeichern in solchen Fällen gestattet, in den Zeiten geringer Belastung, in denen die Speicherwerke aufgeladen werden, größere Mengen Ladearbeit dem Kondensationsverlust zu entreißen (Erzeugung im Gegendruckbetrieb) als bei Verwendung von Gleichdruckspeichern; die dadurch erzielbaren Ersparnisse an Wärmekosten betragen bei der in der öffentlichen Energieversorgung i. a. vorkommenden Bewegung des Energieverlangens in der Regel 1,5 ... 2 %, bezogen auf die Gesamterzeugung der Kraftwerke.

[3] Vgl. H. Schulze, Die Verbund-Spitzenkrafterzeugung durch Pump- und Ruths-Speicherwerke, ETZ 1931, S. 992.

Über den optimalen Wechselstromwiderstand und über die günstigste Breite von Spulen und einzelnen Leitern.

Von Dr. **F. Walter**, Berlin.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß die zuerst von Rogowski bestimmte günstige Dicke eines Kupferleiters in der Nut einer Maschine ganz allgemein den kleinsten Wechselstromwiderstand eines Leiters bei einseitigem Skineffekt bestimmt und auch für Spulen gültig ist.

In einer wertvollen Arbeit hat Rogowski festgestellt[1], daß der Wechselstromwiderstand eines Kupferleiters, der in den Nuten eines Dynamoeisens eingebaut ist, mit wachsender Kupferhöhe erst abnimmt, ein Minimum erreicht und schließlich auf große Werte wieder anwächst. Die Höhe des Kupferstabes in einer Nut, die den kleinsten Widerstand besitzt, berechnete er für die Frequenz von 50 Hz zu 1,5 cm und stellte für mehrere Stäbe die günstigste Stabhöhe der einzelnen Leiter zu 1,5 cm durch die Anzahl der Stäbe fest. Eine Vergrößerung der Stabhöhe würde nur totes Material in die Maschine bringen und die Wärmeverluste im Kupferleiter vergrößern. Aus der Theorie der Erwärmung von Kupferleitern durch Leitungsströme läßt sich ganz allgemein folgern, daß für jeden Leiter — ob er in Eisen eingebettet ist oder nicht — bei einer bestimmten Dicke ein günstiges Widerstandsverhältnis besteht, und daß bei Überschreitung dieser Leiterdicke der elektrische Widerstand sich wieder vergrößert. Es kann auch gezeigt werden, daß die günstige Leiterdicke von der Verteilung des magnetischen Feldes um den Leiter abhängt. Ein Leiter, dessen magnetisches Feld durch das Feld benachbarter Leiter beeinflußt wird, besitzt eine andere günstigste Dicke als ein Leiter, dessen Kraftfeld durch benachbarte Leiter nicht gestört wird. Man muß einen einseitigen und einen doppelseitigen Skin- oder Hauteffekt unterscheiden und dementsprechend die günstigste Leiterdicke für diese beiden Fälle angeben.

Der Wechselstromwiderstand einer Spule und die günstige Leiterdicke.

Spulen für starke Ströme werden in größeren Transformatoren und auch in elektrischen Induktionsöfen verwendet. Dabei ist die Spule oft einlagig gewickelt. Da mehrlagige Spulen aus einlagigen zusammengesetzt werden, und die Verluste der einzelnen Spulen besonders bestimmt werden können, so soll im folgenden die Betrachtung nur auf einlagige Spulen ausgedehnt werden. Der Wechselstromwiderstand einer einlagigen Spule läßt sich leicht aus der Wellenbewegung herleiten, die die elektromagnetischen Kräfte und der Strom im Leiter beschreiben. Wir wollen die Wellenbeugung am Rande der Spule unberücksichtigt lassen, da diese die Energiezufuhr nur unbeträchtlich vermehrt, und den Wellenvorgang als eben annehmen. Die Bedingung, die wir dabei machen, entspricht exakt der Behandlung einer unendlich langen Spule. Praktisch läßt sich jedoch nachweisen, daß bei einer endlich begrenzten Spule der Widerstand auch durch die Betrachtung einer ebenen Welle bestimmt werden kann, und daß bei Vernachlässigung der Windungsisolation die berechneten Widerstandswerte nur unwesentlich kleiner als die Meßwerte ausfallen.

[1] W. Rogowski, Arch. Elektrotechn. Bd. 2, S. 81 (1913).

Windungszahlen und Spulenhöhe sind aus praktischen Forderungen der aufzuwendenden Leistung und der Spulenspannungen gegeben. Es ist jetzt die Aufgabe gestellt, die Dicke des Leiters zu bestimmen, bei der die Spule den geringsten Wechselstromwiderstand besitzt. Nimmt man bandförmige rechteckige Kupferleiter als Spulenmaterial und kann die Windungsisolation gegenüber der Leiterhöhe vernachlässigt werden, so kommt die innere Spulenfläche als Eindringfläche des elektromagnetischen Feldes in Betracht (Abb. 1). Es ist analog wie in der Arbeit „Zur Theorie der elektrischen Heizung"[2]

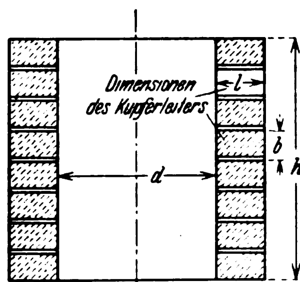


Abb. 1. Axialschnitt durch eine Zylinderspule.

$$\mathfrak{H}_0 = d_e + d_r \tag{1}$$

und

$$d_e\, e^{-(1+j)\beta l} + d_r\, e^{(1+j)\beta l} = 0, \tag{2}$$

wo $\mathfrak{H}_0$ die magnetische Feldstärke im Innern der Spule, d_e die magnetische Kraft der im Spulenmaterial fortschreitenden Welle, d_r die magnetische Kraft der im Spulenmaterial reflektierten Welle und $\beta = 2\pi\sqrt{\mu\sigma f}$ einen Zahlenfaktor bedeutet, der sich aus der Permeabilität der elektrischen Leitfähigkeit des Spulenmaterials und der Frequenz des verwendeten Wechselstromes errechnen läßt[3]. Für die elektrische Feldstärke an der Randfläche der Spule gilt also die Gleichung

$$\mathfrak{E}_0 = \frac{u_m\, v_m}{2}(1+j)(d_e - d_r). \tag{3}$$

Hierbei ist v_m die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektrischen Strömung im Spulenmaterial. Die der Flächeneinheit des Leiters zugeführte Energie ist

$$L = \frac{1}{4\pi}[\mathfrak{H}_0\, \mathfrak{E}_0]. \tag{4}$$

[2] F. Walter, Arch. Elektrotechn. Bd. 24, S. 274 (1930).
[3] Über die elektrische Wellenausbreitung in Metallen vgl. Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 8, S. 115 (1929).

Nun ist nach Gl. (1) und (2)

$$d_e = \mathfrak{H}_0 \frac{1}{1 - e^{-(1+j)2\beta l}} \qquad (5)$$

$$d_r = -\mathfrak{H}_0 \frac{e^{-(1+j)2\beta l}}{1 - e^{-(1+j)2\beta l}}. \qquad (6)$$

Führt man diese Gleichungen in Gl. (4) ein, so folgt

$$L = \frac{u_m\, v_m}{8\pi}(1+j)\frac{1+e^{-(1+j)2\beta l}}{1-e^{-(1+j)2\beta l}}\mathfrak{H}_0^2. \qquad (7)$$

Die Leistung für die ganze Oberfläche errechnet sich endlich zu

$$L = O\,\frac{u_m\, v_m}{8\pi}(1+j)\frac{1+e^{-(1+j)2\beta l}}{1-e^{-(1+j)2\beta l}}\mathfrak{H}_0^2, \qquad (8)$$

wo O die innere Spulenfläche $O = 2\pi r_0 h = d\pi \cdot h$ ist. Führt man noch an Stelle der magnetischen Feldstärke $\mathfrak{H}_0$ die Stromstärke im Leiter I ein durch die Gleichung

$$\mathfrak{H}_0 = 4\pi n I = 4\pi \frac{n_0}{h} I \qquad (9)$$

und bestimmt den Gleichstromwiderstand aus dem Querschnitt, der Länge und dem spezifischen Widerstand des Leiters, so folgt aus Gl. (8)

$$L = R_0(1+j)\beta l \frac{1+e^{-(1+j)2\beta l}}{1-e^{-(1+j)2\beta l}} I^2. \qquad (10)$$

Gl. (10) zeigt, daß die Leistung aus einem reellen und einem imaginären Teil besteht. Der reelle Teil stellt die im Spulenleiter erzeugte Wärme dar, während der imaginäre Teil die magnetische Energie des Feldes im Leiter angibt. Drückt man die Exponentialfunktion durch Kreis- und Hyperbelfunktionen aus, so erhält man nach Trennung für den reellen Teil

$$L_r = R_0 \beta l \frac{\mathfrak{Sin}\, 2\beta l + \sin 2\beta l}{\mathfrak{Cos}\, 2\beta l - \cos 2\beta l} I^2 \qquad (11)$$

und für den imaginären Teil

$$L_i = R_0 \beta l \frac{\mathfrak{Sin}\, 2\beta l - \sin 2\beta l}{\mathfrak{Cos}\, 2\beta l - \cos 2\beta l} I^2. \qquad (12)$$

Aus diesen Gleichungen geht die Frequenzabhängigkeit des Selbstinduktionskoeffizienten und des Wechselstromwiderstandes klar hervor. Gl. (11) ist identisch mit der Formel, die bereits Sommerfeld auf andere Weise hergeleitet hat[4].

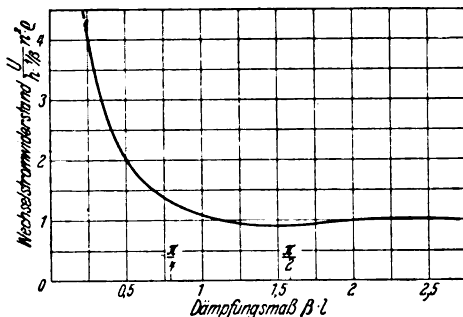


Abb. 2. Wechselstromwiderstand einer Spule in Abhängigkeit von dem Dämpfungsmaß βl.

In Abb. 2 wird der Wechselstromwiderstand als Funktion von βl dargestellt. R_w ist ein Produkt aus dem Gleichstromwiderstand und aus einem von der Dicke l abhängigen Zahlenfaktor. Der Bruch in diesem Faktor nähert sich mit wachsendem βl dem Grenzwert 1 sowie R_w dem Wert $R_0 \beta l$, anderseits nimmt R_w mit abnehmendem R_0 ebenfalls ab. Da der erste Faktor R_0 des den Wechselstromwiderstand darstellenden Produktes der Leiterdicke l des rechteckigen Spulenleiters umgekehrt, das Argument βl des zweiten Faktors dagegen l direkt proportional ist, so ist der Wechselstromwiderstand von einem gewissen βl ab konstant. Abb. 2 läßt den hyperbolischen Anteil des Gleichstromwiderstandes klar erkennen; von $\beta l = \pi$ angefangen macht sich der Einfluß des Faktors βl bemerkbar, indem bis auf immer kleiner werdende periodische Schwankungen R_w konstant bleibt. Der Spulen-Wechselstromwiderstand sinkt also mit wachsendem βl und hat bei der dem Argument $2\beta l = \pi$ zugehörigen Leiterdicke l sein Minimum. Die Abweichung zwischen Gleichstromwert und Wechselstromwert wird mit zunehmendem βl immer größer.

Wird das Verhältnis des Wechselstromwiderstandes zum Gleichstromwiderstand in Abhängigkeit von βl dargestellt, so gewinnt man Aufschluß über die Leiterdicken, bei denen der Wechselstromwiderstand sich vom Gleichstromwiderstand unterscheidet. Nach Gl. (11) ist

$$\frac{R_w}{R_0} = \beta l \frac{\mathfrak{Sin}\, 2\beta l + \sin 2\beta l}{\mathfrak{Cos}\, 2\beta l - \cos 2\beta l} = \frac{1 + \frac{(2\beta l)^4}{5!} + \frac{(2\beta l)^8}{9!}}{1 + 2\frac{(2\beta l)^4}{6!} + 2\frac{(2\beta l)^8}{10!}}. \qquad (13)$$

Die Kurve R_w/R_0 ist nach Abb. 3 für sehr kleine βl — also für sehr kleine Körperdicken oder niedrige Frequenzen — gleich 1, bleibt eine Weile konstant und schmiegt sich dann einer Geraden durch den Nullpunkt an. Zu einem gegebenen Widerstandsverhältnis gehört in Gl. (13) ein bestimmter Wert von βl, aus dem für gegebene Frequenzen — und für ein gegebenes β — die Körperdicke sich bestimmen läßt.

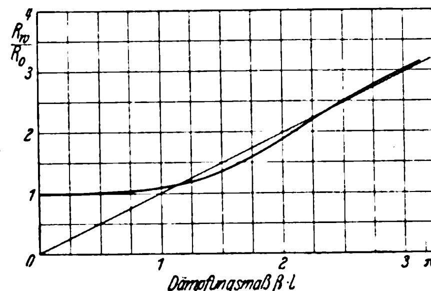


Abb. 3. Verhältnis des Wechselstromwiderstandes zum Gleichstromwiderstand als Funktion des Dämpfungsmaßes βl einer Spule.

Die spezifische Leitfähigkeit und damit der Absorptionskoeffizient β sind temperaturabhängig. In den Zahlentafeln 1 und 2 sind für die Temperaturen 0 und 100 ° C und für die Betriebsfrequenz 50 Hz die Leiterdicken in Abhängigkeit von verschiedener prozentualer Abweichung der Widerstände angegeben. Für Kupfer ist $\sigma_0 = 59 \cdot 10^4$ und $\sigma_{100} = 41{,}35 \cdot 10^4$ eingesetzt, und mit diesen Werten ergeben sich die Zahlen der Tafeln.

Zahlentafel 1.

$\frac{R_w - R_0}{R_0} \cdot 100$ %	l cm
1	0,47
2	0,65
5	0,79
10	0,95
20	1,16
50	1,54

Zahlentafel 2.

$\frac{R_w - R_0}{R_0} \cdot 100$ %	l cm
1	0,55
2	0,78
5	0,94
10	1,13
20	1,39
50	1,84

Der Vergleich beider Zahlentafeln zeigt, daß bei erhöhter Betriebstemperatur die Leiterdicken nur unwesentlich stärker zu wählen sind. Außerdem ergibt sich, daß für die Betriebsfrequenz 50 Hz bei einer Leiterdicke von rd. 1 cm der Wechselstromwiderstand sich nur um 10 % vom Gleichstromwert unterscheidet.

Es sollen schließlich Wechselstromwiderstand und Gleichstromwiderstand in Abhängigkeit von der Spulenbreite l untersucht werden. Aus Gl. (10) ergeben sich R_w und R_0 für gegebene Spulenabmessungen d und h und für gegebene Windungszahl n_0 zu

$$R_0 = \frac{d\pi}{h\, l} n_0^2 \varrho \qquad (14)$$

und

$$R_w = \frac{d\pi n_0^2 \varrho \beta}{h} \frac{\mathfrak{Sin}\, 2\beta l + \sin 2\beta l}{\mathfrak{Cos}\, 2\beta l - \cos 2\beta l}. \qquad (15)$$

Für konstantes β hängt R_w allein vom zweiten Faktor ab, die Form der Kurve ist also mit der von Gl. (13) kongruent. Der Wechselstromwiderstand als Funktion der Leiterdicke ist in Abb. 4 dargestellt. Für Normalkupfer bei 20 ° C ist $\sigma_{20} = 58 \cdot 10^4$, folglich

$$\beta = 2\pi\sqrt{50 \cdot 58 \cdot 10^{-5}} = 1{,}069 \quad [1/\text{cm}]$$

Wie aus der Kurve ersichtlich ist, verändert sich der Spulenwiderstand eines bandförmigen Kupferleiters für die Betriebsfrequenz 50 Hz von 1 cm Leiterdicke an nur unwe-

[4] A. Sommerfeld, Ann. Physik Bd. 15, S. 673 (1904).

sentlich und erreicht sein Minimum bei $l = 1{,}5$ cm. Geht die Leiterdicke über diesen Wert noch hinaus, so nimmt R_w wieder zu.

Für andere Frequenzen ergibt sich die Widerstandskurve durch Vergleich der Absorptionskoeffizienten. Da der Absorptionskoeffizient der Quadratwurzel aus der Frequenz proportional ist, verringern sich die entsprechenden Abszissen der Wechselstromwiderstands-Kurven für eine größere Frequenz f um einen Faktor k, der sich aus der Beziehung

$$k = \sqrt{\frac{f}{50}}$$

berechnen läßt. Auf diese Weise sind die Widerstandskurven $R_{w_{200}}$ und $R_{w_{500}}$ für die Betriebsfrequenzen 200 und 500 Hz erhalten worden.

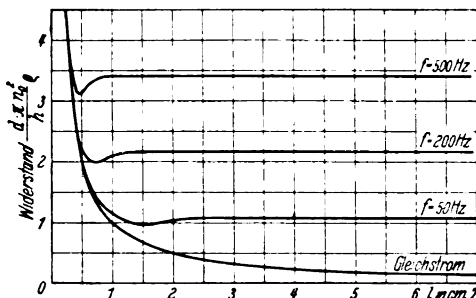


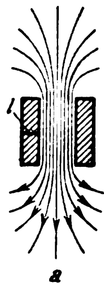
Abb. 4. Wechselstromwiderstand einer Spule als Funktion der Leiterdicke.

Während also Länge und Höhe des zum Spulenbau verwendeten Kupferbandes durch die Energieverhältnisse bestimmt sind, hängt die Dicke des Kupferleiters von dem Charakter der elektrischen Strömung ab und läßt sich durch Reduktion um die Konstante k für alle Frequenzen berechnen. Die günstigste Leiterdicke einer einlagigen Spule mit rechteckigem Kupferquerschnitt ist der 4. Teil der Wellenlänge der elektromagnetischen Strömung im Metall. Diese ist für Kupfer bei 20 ° C und 50 Hz gleich 1,5 cm; für andere Frequenzen f ergibt sich dieses Minimum zu

$$l_{\min} = \frac{1{,}47}{k} = \frac{10{,}4}{\sqrt{f}}.$$

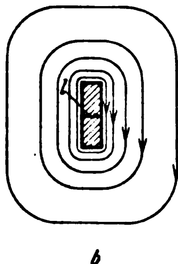
Der Wechselstromwiderstand und die günstigste Leiterdicke von bandförmigen rechteckigen Leitern.

Es können bei langgestrecktem Leitungsmaterial zwei Grenzfälle unterschieden werden, in denen die Zuleitungen einander sehr nahe oder praktisch unendlich weit liegen. Sämtliche noch möglichen Fälle liegen zwischen diesen beiden Grenzen.



a

Abb. 5 a. Bild der magnetischen Kraftlinien zweier benachbarter entgegengesetzt stromführenden Leiter.



b

Abb. 5 b. Bild der magnetischen Kraftlinien eines einzelnen Stromleiters, dessen Rückleitung von diesem Leiter weit entfernt ist.

Liegen die beiden Zuleitungen nahe aneinander, dann ist die magnetische Feldstärke an der Innen- und Flachkantseite des metallischen Leiters $\mathfrak{H}_0$ an der Außenfläche des gestreckten Leiterbleches Null (Abb. 5 a). Wendet man wieder die Wellengleichungen an, so erhält man wegen Identität der elektromagnetischen Verhältnisse wie bei der Spule für die Energieumsetzungen Formeln, die mit Gl. (13) für den Spulenwiderstand identisch sind.

Ist der Abstand beider Zuleitungen praktisch unendlich groß, so ist die Größe der magnetischen Feldstärke an der Oberfläche des Leiters überall die gleiche (Abb. 5 b). Es gelten dann für den Wechselstromwiderstand Beziehungen, die in einer früheren Arbeit abgeleitet worden sind[5]. Der Wechselstromwiderstand eines sehr weit entfernten — also praktisch einzelnen — bandförmigen Leiters ist

$$R_w = R_0 \, \frac{\beta\, l}{2} \, \frac{\mathfrak{Sin}\, \beta\, l + \sin \beta\, l}{\mathfrak{Cof}\, \beta\, l - \cos \beta\, l}. \qquad (16)$$

Ein Vergleich der Gl. (13) und (16), die für die rechteckigen Stromleiter in den oben betrachteten Grenzfällen gelten, ergibt, daß das Argument $2\beta l$ des Widerstandes für einzelne voneinander sehr weit entfernte Leiter durch das Argument βl des Widerstandes für dicht aneinander liegende Stromleiter zu ersetzen ist. Das hat zur Folge, daß für praktisch unendlich weit entfernte Leiter die mit Hilfe der Gl. (16) berechneten Leiterdicken doppelt so groß ausfallen.

In Zahlentafel 3 sind nach Gl. (13) für verschieden gegebene Abweichungen vom Gleichstromwert und für verschiedene Frequenzen die Leiterdicken berechnet worden.

Zahlentafel 3*.

Frequenz	Leiterdicke l in cm in Abhängigkeit von der Frequenz und vom prozentualen Widerstandsverhältnis $\frac{R_w - R_0}{R_0} \cdot 100$ in %			
Hz	2%	5%	10%	41,8%
50	0,65 cm	0,79 cm	0,96 cm	1,46 cm
100	0,46 „	0,56 „	0,68 „	1,03 „
200	0,32 „	0,39 „	0,50 „	0,73 „
500	0,21 „	0,25 „	0,30 „	0,46 „
1000	0,15 „	0,18 „	0,21 „	0,33 „
5000	0,07 „	0,08 „	0,10 „	0,15 „
10^4	0,05 „	0,06 „	0,07 „	0,10 „
10^5	0,01 „	0,01 „	0,02 „	0,03 „
10^6	0,005 „	0,006 „	0,007 „	0.01 „
10^7	0,001 „	0,002 „	0,002 „	0,003 „

Die Zahlentafel 3 bezieht sich auf Leitungen der Abb. 5 a (also einseitiger Skineffekt) und gibt für die Abweichung von 41,8 % des Wechselstromwiderstandes vom Gleichstromwiderstand die günstigste Leiterdicke an.

[5] Wie Fußnote 2.

* Zahlentafel 3 ist von Herrn cand. ing. von Szalay berechnet worden. Für seine Mitarbeit spreche ich meinen verbindlichsten Dank aus.

Selbsttätige Feuermeldeanlage im Utrechter Domturm.

An dem 112 m hohen Turm des gotischen Doms in der alten Bischofstadt Utrecht wurden in den letzten Jahren umfangreiche Instandsetzungsarbeiten vorgenommen. Bei dieser Gelegenheit wurden auch eine Löschanlage für Feuer und — in der Erkenntnis, daß diese Anlage nur dann beste Dienste leisten könne, wenn der Ausbruch eines Feuers schnellstens gemeldet wird — auch eine selbsttätige Feuermeldeanlage eingebaut. Es wurden zwei Melderschleifen verlegt, eine im Mittelteil des Turmes und eine im Dachraum, weil diese Stellen als am meisten feuergefährdet betrachtet wurden. Die Utrechter Feuerwehr hatte gefordert, daß Feuer- und Drahtbruchalarm in der Feuerwehrkaserne in verschiedener Weise gegeben wird, daß außerdem an einem Empfangsapparat im Erdgeschoß des Turmes angezeigt wird, um welche Schleife es sich handelt. Das ganze Leitungsnetz sollte nicht nur auf Drahtbruch, sondern auch auf Erdschluß dauernd kontrolliert, Erdschluß in der Feuerwehrkaserne selbsttätig angezeigt werden.

Die Aufgabe wurde in der Weise gelöst, daß durch schaltungstechnische Maßnahmen beim Ansprechen eines Melders in dem Apparat der Feuerwehrkaserne eine Stromverstärkung hervorgerufen wird, während dort bei Drahtbruch in einer Schleife eine starke Stromschwächung eintritt, bei Drahtbruch auf der Leitung Kaserne—Dom aber eine vollständige Stromunterbrechung. Auf die Stromverstärkung spricht der Feueralarm, auf die Stromschwächung bzw. -unterbrechung der Drahtbruchalarm an. Am Empfangsapparat im Erdgeschoß des Turmes wird gleichzeitig durch Fallen von entsprechenden Klappen angezeigt, um welche der beiden Schleifen es sich handelt, so daß die Feuerwehr beim Eintreffen sofort an der richtigen Stelle die notwendigen Maßnahmen treffen kann. Zur Überwachung auf Erdschluß ist der eine Pol der Batterie in der Feuerwehrkaserne über ein Milliamperemeter und eine Relaisspule geerdet. Das Instrument zeigt an, ob ein Erdschlußstrom fließt. Überschreitet dieser eine bestimmte Größe, so spricht das Relais an und schaltet einen Erdschlußwecker ein. Die mit Apparaten von Siemens & Halske ausgerüstete Anlage ist seit Ende November 1931 in Betrieb.

fi

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Drehstrom-Fernübertragung mit Bündelleitern. — Der nicht neue Vorschlag, den Querschnitt einer Freileitung in mehrere kleinere aufzuteilen, um ihren Wellenwiderstand herabzusetzen und die übertragbare Leistung zu erhöhen[1] ist Gegenstand eines Aufsatzes von G. Markt und B. Mengele, in dem Hohlseile mit vier in einem Quadrat von 25 cm Seitenlänge aufgehängten Voll-Leitern verglichen werden. Bei dieser Anordnung wird der Wellenwiderstand auf etwa zwei Drittel herabgesetzt, die „natürliche Leistung der Übertragung" (nach Rüdenberg) um 50 % erhöht. Weiter ergibt die durch Versuche bestätigte Rechnung, daß in bezug auf die kritische Spannung Hohlseile von 25, 30 und 42 mm Dmr. Bündelleitern von 4 · 70, 4 · 95 und 4 · 185 mm² Querschnitt etwa gleichwertig sind. Letztere bieten also in dieser Hinsicht keine Materialersparnisse, da den genannten Hohlseildurchmessern Querschnitte von etwa 200, 300 und 400 mm² entsprechen. Bei einer anschließenden vergleichenden Wirtschaftlichkeitsrechnung für eine bestimmte zu übertragende Leistung legen die Verfasser bei gleichem Gesamtquerschnitt für die Leitung mit Bündelleitern geringere Anlagekosten zugrunde als mit Hohlseilen. Eine Begründung hierfür ist nicht gegeben. Bei der Hohlseilleitung sind wohl die höheren Verarbeitungskosten von Hohl- gegenüber Vollseilen zu berücksichtigen; dem stehen aber bei den Bündelleitern Mehrkosten der Maste wegen des höheren Winddrucks auf die größere Gesamtoberfläche der Leiter gegenüber. Ferner sind nach vorliegenden Erfahrungen Distanzstücke zwischen den Leitungen eines Bündels schon in sehr geringen Abständen erforderlich, um ein Zusammenschlagen der Leitungen zu verhindern; durch diese Distanzstücke und ihre Montage erfahren die Anlagekosten eine weitere Erhöhung. Es dürfte also nur in Ausnahmefällen ein wirtschaftlicher Vorteil zu erzielen sein. Die gleichen Fragen werden übrigens in Amerika in drei Aufsätzen behandelt, über die El. Engineering 1932, S. 267 kurz berichtet. (G. Markt u. B. Mengele, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 293.) *pc.*

Elektromaschinenbau.

Kurvenformen des Stromdiagramms und Grenzleistung der Synchronmaschine. — Bekanntlich ist das Stromdiagramm der Synchronmaschine mit ausgeprägten Polen für einen konstanten Wert des Erregerstromes eine Pascal-Schnecke und besteht für verschiedene Erregungen aus einer Schar Pascalscher Schnecken mit gemeinsamem Singulärpunkt. Solche höheren Kurven sind aber für die praktische Verwendung wenig beliebt, da ihre Aufzeichnung umständlich ist, und ihre Eigenschaften meist wenig bekannt sind. J. Schammel untersucht daher die gestaltlichen Verhältnisse dieser Kurvenschar und legt die Gesetzmäßigkeiten dar, die bei der Aufzeichnung und Auswertung des Stromdiagramms vorteilhaft benutzt werden können. Die Arbeit stellt die Fortsetzung zu zwei früheren Abhandlungen des Verfassers über das Stromdiagramm der Synchronmaschine[2] dar und setzt wie diese geradlinige Magnetisierungscharakteristik voraus.

Zur Unterscheidung der einzelnen Pascal-Schnecken der Schar wird als „relative Erregung" η das Verhältnis des jeweiligen Erregerstromes I_e zu seinem besonderen Werte I_{ek}, für den die Ortskurve des Ankerstromes eine Kardioide ist, eingeführt, also $\eta = I_e/I_{ek}$ gesetzt. Bedeutet ferner für die Konstruktion der Pascalschen Schnecken als Kreiskonchoiden r_1 den Radius des für alle Kurven der Schar gemeinschaftlichen Grundkreises, r_2 das mit der Erregung veränderliche Zwischenstück, so ist auch $\eta = r_2/2r_1$.

Die Untersuchung von Art und Lage der singulären Punkte und Tangenten (Doppelpunkt, Doppeltangente, Wendepunkte) führt nun zur Einteilung der im Stromdiagramm auftretenden Kurven nach ihrer Gestalt in folgende sechs Formen:

I. $\eta = 0$, Doppelkreis;
II. $0 < \eta < 1$, Schleifenkurven;
III. $\eta = 1$, Kardioide;
IV. $1 < \eta < 2$, Unifolien;
V. $\eta = 2$, Flachpunktkurve;
VI. $\eta > 2$, Ovale.

Das wichtigste Ergebnis der Arbeit besteht in dem Nachweis, daß die in dem normalen Stabilitätsbereich liegenden Teile der Pascalschen Schnecken bei allen Formen mit überraschender Genauigkeit durch Halbkreise angenähert werden dürfen. Der Ersatzkreisradius kann dabei nach einer einfachen Formel berechnet oder auch ohne Rechnung durch leichte geometrische Konstruktion aus Grundkreis und Scheitel einer Pascal-Schnecke erhalten werden. Die Einführung der Ersatzhalbkreise bedeutet nicht nur eine wesentliche Erleichterung bei der Aufzeichnung des Stromdiagramms, sondern ergibt auch die Möglichkeit, für die sonst schwer zu berechnenden Höchstwerte der elektrischen Wirkleistung und der mechanischen Leistung, die sog. elektrische und mechanische Grenzleistung[1], recht genaue Näherungsformeln aufzustellen. Aus den hierfür ermittelten allgemeinen Gleichungen gehen schließlich noch die Formeln für die Grenzleistung der Reaktionsmaschine und der Volltrommelmaschine als einfache Sonderfälle hervor. (J. Schammel, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 1, S. 25.)

[1] ETZ 1911, S. 114.
[2] Arch. Elektrotechn. Bd. 23, S. 237 (1929); Ref.: ETZ 1930, S. 980. Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 130 (1931); Ref.: ETZ 1931, S. 1579.

Apparate.

Trennschalter mit angebautem Druckluftantrieb. — Die in Schaltanlagen und in Kraftwerken zum Unterbrechen der Hochspannungsleitungen verwendeten Trennschalter befinden sich wegen der Hochspannungsgefahr außerhalb des Handbereichs des Bedienungspersonals. Sie wurden deshalb bisher stets durch Gestänge, Wellen und Kurbeln angetrieben; diese Antriebsart erfordert eine umständliche und oft schwierige Montage. Eine Neuerung der Siemens-Schuckertwerke ist nun der Wegfall dieses bisher üblichen Mechanismus und dessen Ersatz durch kleine Preßluftkolben, die ihre Luft durch ganz dünne, leicht verlegbare Rohrleitungen zugeführt erhalten (Abb. 1). *Sc.*

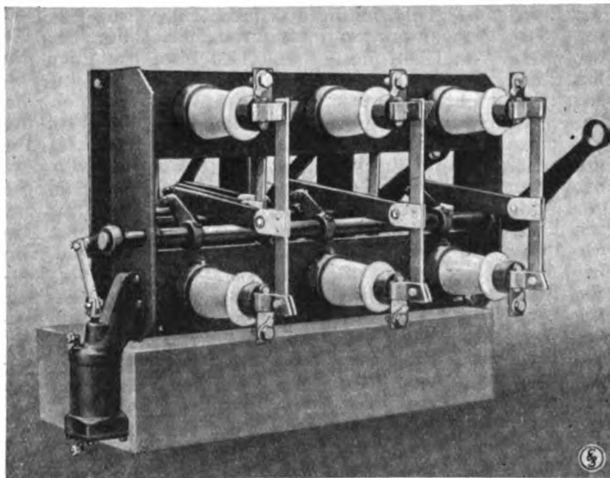


Abb. 1. Trennschalter mit Druckluftantrieb.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Differentialschaltungen zur Messung von Temperaturdifferenzen mit elektrischen Widerstandsthermometern. — Die Messung von Temperaturdifferenzen mit elektrischen Widerstandsthermometern kann bekanntlich in einer Differentialschaltung vorgenommen werden, wenn man als Anzeige- oder Schreibgerät einen die Differenz zweier Ströme messenden Differenzmesser[2], z. B. ein Differential-Drehspulgalvanometer oder eine Wechselstrom-Meßanordnung mit Differentialtransformator verwendet. Hierbei werden zwei den beiden zu untersuchenden Temperaturen ausgesetzte Widerstandsthermometer

[1] Die mechanische Grenzleistung wird häufig auch als Kippleistung bezeichnet.
[2] Vgl. z. B. G. Keinath, Die Technik elektrischer Meßgeräte, Verlag Oldenbourg 1928, 3. Aufl., Bd. 1, S. 350 ... 351.

den beiden Spulenhälften des Differenzmessers zugeordnet und in eine Stromverzweigung eingefügt, an welche die Meßstromquelle angelegt ist. Beobachtet man bei einer derartigen Differentialschaltung die für eine bestimmte Temperaturdifferenz bei verschieden hohen Einzeltemperaturen sich ergebenden Ausschläge des Differenzmessers, so zeigt sich, daß der Zeigerausschlag bei steigenden Einzeltemperaturen abnimmt. Es liegen hier also ähnliche Verhältnisse vor wie bei Temperaturdifferenzmessungen nach der Brücken- und Quotientenmeßmethode[1].

W. Geyger behandelt zunächst die Wirkungsweise der für Temperaturdifferenzmessungen bisher angewendeten Differentialschaltung mit zwei Widerstandsthermometern und zeigt, auf welche Ursachen die oben erwähnte Abnahme des Zeigerausschlages bei steigenden Einzeltemperaturen zurückzuführen ist. Anschließend wird eine neue Differentialschaltung angegeben, die gestattet, eine einwandfreie, von der jeweiligen Höhe der beiden Einzeltemperaturen unabhängige Temperaturdifferenzmessung durchzuführen. Diese Schaltung unterscheidet sich von der bisher gebräuchlichen lediglich dadurch, daß den beiden Thermometerzweigen ein in besonderer Weise temperaturveränderlicher Widerstand parallel geschaltet ist, u. zw. besteht dieser Parallelwiderstand aus zwei gleichartigen, den beiden zu untersuchenden Temperaturen ebenfalls ausgesetzten Widerstandsthermometern (Korrektionsthermometern) sowie aus einem zur Abgleichung der Meßanordnung dienenden temperaturunabhängigen Hilfswiderstand. Versuchsmessungen, die mit der bisher gebräuchlichen und mit der neuen Differentialschaltung ausgeführt wurden, haben gezeigt, daß die neue Schaltung tatsächlich sehr vorteilhaft ist. (W. Geyger, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 10, S. 711.)

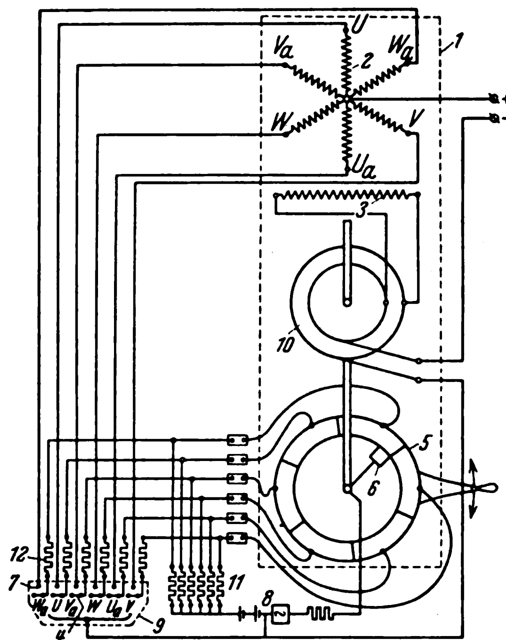
Beleuchtung.

Selbsttätige Aufzeichnung von Lichtverteilungskurven. — Die Verwendung photoelektrischer Zellen bei der Photometrie von Lichtquellen und Leuchten hat auch die selbsttätige Aufzeichnung von Lichtverteilungskurven möglich gemacht. Benutzt werden im allgemeinen die üblichen Spiegelanordnungen, bei denen die Lichtquelle fest angeordnet wird, und die verschiedenen Ausstrahlungseinrichtungen durch Drehung der Spiegel in die Photometerachse reflektiert werden. Die mit einem Motor angetriebene Drehvorrichtung für den Spiegel ist mit der Schreibtrommel direkt gekuppelt. Es empfiehlt sich die Anwendung von Caesiumzellen, deren Empfindlichkeit im sichtbaren Gebiet ihren Höchstwert hat. Die Verstärkereinrichtung kann entweder nach Art einer Brückenschaltung angeordnet werden unter Verwendung zweier gegeneinander geschalteter Verstärkerröhren, oder es kann in gewöhnlicher Gleichstrom-Verstärkungschaltung ein passendes Meßinstrument direkt an die Röhre gelegt werden. Bei der ersten Methode werden die auftretenden Photoströme kompensiert, und die Stellung des Gleitkontaktes auf dem Widerstand des zur Kompensation benutzten Potentiometers mit Hilfe einer Schreibvorrichtung aufgezeichnet. Das Verfahren ist bequem, es erfordert lediglich ein Nullinstrument. 180° können in 12 min durchlaufen werden. Bei der zweiten Methode wird der Ausschlag eines Instrumentes mit geeigneter Dämpfung photographisch aufgezeichnet. Das Verfahren arbeitet bedeutend schneller (180° in 3 ... 4 min). Die Aufzeichnung kann entweder auf gewöhnlichen Cartesischen Koordinaten oder in Form eines Rousseau-Diagramms erfolgen. (W. Little u. H. I. Eckweiler, Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 26, S. 810.) *F. Bn.*

Sichtbarkeit von Gegenständen in Abhängigkeit von Sehwinkel, Kontrast und Beleuchtung. — Der Zusammenhang zwischen den drei genannten Größen und der Sichtbarkeit von Gegenständen wird in einer amerikanischen Arbeit einer sehr eingehenden Untersuchung unterworfen. Als Prüfobjekt diente der unterbrochene Kreis, auch „Landoltscher Ring" genannt, in verschiedenen Sehwinkelgrößen (Schlitzbreite 1 ... 5,2 Bogenminuten) und mit verschiedenen Kontrasten zwischen Ring und Hintergrund (1 : 20 bis 1 : 1,3). Die Beleuchtungstärke wurde von etwa 13 bis zu etwa 1000 Lux verändert. Als Maß für die Erkennbarkeit wurde der Kehrwert der Zeit gewählt, die erforderlich war, um das Objekt unter den gegebenen Bedingungen zu erkennen. Es ergaben sich folgende Resultate: Die Größe des Reizes, die Differenz im Reflexionsvermögen zwischen Objekt und Hintergrund sowie die Beleuchtungstärke sind die drei wichtigsten Größen, die für die Sichtbarkeit der Gegenstände maßgebend sind. Für die Unterscheidung eines großen Objektes sowie bei Vorhandensein eines starken Kontrastes ist eine geringere Sehschärfe und eine kürzere Akkomodationszeit erforderlich, d. h. die Sichtbarkeit ist besser als für kleinere Objekte und geringere Kontraste. Die Beleuchtungstärke beeinflußt die Sehgeschwindigkeit in erster Linie deswegen, weil bei höherer Beleuchtungstärke der Kontrast des Prüfobjektes gegen den Hintergrund sich erhöht. Der Zusammenhang zwischen der Erkennbarkeit und der Größe des Prüfobjektes ist nahezu linear; nur bei größerer Beleuchtungstärke wächst die Erkennbarkeit schneller an. Der Zuwachs an Erkennbarkeit bei Vergrößerung des Sehwinkels um je eine Bogenminute ist der Sehwinkelvergrößerung nicht proportional. Im allgemeinen ist die Erkennbarkeit für helle Gegenstände bei dunklem Hintergrund größer als für dunkle Gegenstände bei hellem Hintergrund. Ein Zuwachs an Kontrast zwischen Objekt und Hintergrund verursacht stets eine höhere Erkennbarkeits-Geschwindigkeit; bei größeren Kontrasten steigt die Erkennbarkeit besonders stark an. Bei gleichem Kontrast ist die Erkennbarkeit besser, wenn der Kontrast durch eine große Differenz der Reflexionskoeffizienten bei niedriger Beleuchtungstärke erhalten wird, als wenn er durch eine kleine Differenz der Reflexionskoeffizienten bei hoher Beleuchtungstärke entsteht. Es darf nicht verkannt werden, daß außer der Erkennbarkeits-Geschwindigkeit und dem Sehvermögen noch andere wichtige Faktoren für die Arbeitsfähigkeit maßgebend sind. (C. E. Ferree u. G. Rand, Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 26, S. 820.) *F. Bn.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Die kommutatorlose Einphasen-Lokomotive mit gittergesteuertem Gleichrichter. — Die Arbeitsweise eines Gleichstrommotors ändert sich nicht, wenn an Stelle jedes Kommutatorstegs ein entsprechend gesteuertes elektrisches Ventil tritt. Um diesen Gedanken zu verwirklichen, muß man die Anzahl der Ventile verringern und sie fest aufstellen. Deshalb empfiehlt es sich, die Ankerwicklung in den Ständer, Erregung und Wendepole in den Läufer zu verlegen. Die Ständerwicklung kann man dann z. B. als sechsphasigen Stern ausführen, dessen 6 Wicklungsenden mit den 6 Anoden eines gittergesteuerten Gleichrichters verbunden werden (vgl. Abb. 2!). Im allgemeinen fließt der ganze Motorstrom immer nur durch jeweils eine einzige Anode, also führt stets auch nur ein Sechstel der Ankerwicklung Strom: Das ergibt eine ungünstige Ausnutzung der Maschine.



1 Motor	5 Verteiler	9 Ventil
2 Statorwicklung	6 rotierende Bürste	10 Schleifring
3 Rotorwicklung	7 Anode	11 Hilfswiderstand
4 Steuergitter	8 Steuerstromquelle	12 Gitterwiderstände

Abb. 2. Grundsätzliches Schema des ventilgesteuerten Gleichstrommotors.

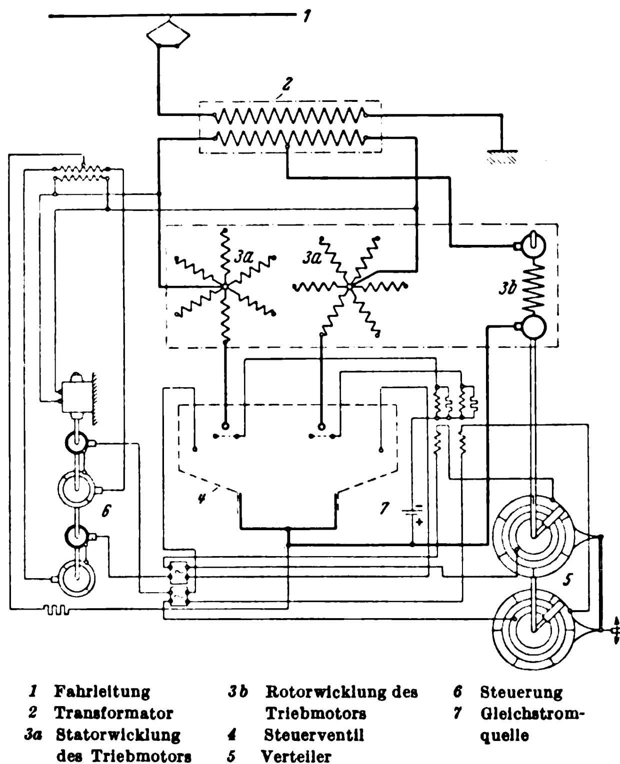
[1] Vgl. W. Geyger, Arch. El. Bd. 25, S. 476 und 483 (1931).

Um nun die 6 Anoden abwechselnd in zyklischer Reihenfolge zu zünden, muß jedem Anodengitter kurzzeitig eine positive Spannung erteilt werden, u. zw. immer einmal innerhalb eines Intervalls, das gleich der Zeit ist, in der sich der Läufer um zwei Polteilungen weiterbewegt. Hierzu dient eine Verteilerscheibe (*5* in Abb. 2), die ebensoviel Stege wie der Gleichrichter Anoden und die Ständerwicklung Zweige besitzt, und auf der eine von der Motorwelle angetriebene Bürste *6* schleift. Da die zur Gittersteuerung benötigte Leistung nur gering ist, kann der Verteiler gegenüber dem sonst erforderlichen Kommutator verschwindend klein gehalten werden.

Beim Quecksilberdampf-Großgleichrichter kann man durch Anlegen einer bestimmten Gitterspannung eine Anode zwar zünden, aber nicht löschen, denn hierzu muß die Anode selbst gegenüber der Kathode negativ gemacht werden. Arbeitet die Maschine als Motor, so ist dafür zu sorgen, daß in dem Augenblick, in dem der Strom von einer Anode zur nächsten übergehen soll, in dem stromlos zu machenden Wicklungszweig eine größere Gegen-EMK durch das magnetische Feld induziert wird als in dem einzuschaltenden Wicklungszweig. Diese EMK-Differenz, die man Löchspannung nennt, entspricht genau der Stromwende-EMK der Gleichstrommaschine und kann daher auch durch besondere Wendepole erzeugt werden. Während aber bei der gewöhnlichen Kommutatormaschine ein zu starkes Wendefeld wieder Bürstenfeuer ergibt, also schädlich wirkt, ist beim ventilgesteuerten Motor eine unnötig große Löschspannung keineswegs nachteilig: Sie bewirkt nur einen schnelleren Übergang des Stroms von einer Anode zur nächsten. Es ist deshalb leichter als bei der gewöhnlichen Gleichstrommaschine zu erreichen, daß mit einwandfreier Stromwendung nicht nur an einem Punkt, sondern innerhalb eines größeren Gebiets der Polteilung gerechnet werden darf. Dann aber kann man innerhalb weiter Grenzen die Maschine durch Bürstenverschiebung regeln, d. h. beim ventilgesteuerten Motor durch Drehen der Verteilerscheibe. Auch die Umkehrung der Drehrichtung und der Übergang von Motor- zu Generatorbetrieb ist allein durch Verstellen der Verteilerscheibe zu bewerkstelligen. Die Maschine kann als Reihenschluß-, Nebenschluß- oder Verbundmaschine ausgeführt werden. Ihre Kennlinien verlaufen ebenso wie die der entsprechenden Kommutatormaschinen.

Bei sehr niedrigen Drehzahlen ist die Löschspannung noch zu gering. Die Maschine kann also mit Gleichstrom nicht anlaufen. Legt man sie aber an eine Wechselspannung, so werden während einer Hälfte jeder Periode alle Anoden von selbst gegenüber der Kathode negativ, und der ganze Motor wird stromlos. Solange die Drehzahl noch so gering ist, daß die Brenndauer einer Anode (= $^1/_6$ einer Anker-Rotationsperiode) groß ist gegenüber der Dauer einer Periode, ist eine besondere Löschspannung noch nicht erforderlich, und der Motor läuft also mit Wechselstrom einwandfrei an. Bei höheren Drehzahlen arbeitet er mit Wechselstrom ebenso wie mit Gleichstrom, nur mit dem Unterschiede, daß er lediglich e i n e Halbwelle jeder Periode ausnutzt, also ein geringeres Drehmoment liefert. Für Wechselstrombetrieb wird man also zwei gleiche Motoren, etwa nach der in Abb. 3 dargestellten Schaltung, vorsehen oder zwei Wicklungssysteme in den Motor einbauen. Auf alle Fälle aber ergibt der Wechselstrombetrieb eine noch schlechtere Ausnutzung der Maschine.

Die Möglichkeit, den Motor mit Wechselstrom hoher Frequenz zu betreiben, ist für den Bahnbetrieb wichtig, der noch heute, von wenigen Ausnahmen abgesehen, auf die unmittelbare Speisung des Fahrdrahtes mit Wechselstrom von 50 Hz verzichten muß, weil die Fahrzeuge für diese Stromart zu kostspielig würden. Der ventilgesteuerte Bahnmotor für 50 Hz soll nur etwa ebensoviel kosten und wiegen wie ein Einphasen-Bahnmotor für 16⅔ Hz. Der Mehraufwand für die gittergesteuerten Gleichrichter wird durch den vollkommenen Fortfall der jetzt zur Steuerung erforderlichen Stufenschütze oder entsprechender Einrichtungen ausgeglichen, denn bei der neuen Bauart erfolgt die gesamte Regelung und Fahrtrichtungsumkehr allein durch Verstellen der Verteilerscheibe. Eine weitere Regelmöglichkeit, die für die niedrigen Fahrgeschwindigkeiten noch erforderlich ist, erhält man dadurch, daß man die Zündung der Anoden nicht sofort bei Beginn einer Netzspannungs-Halbwelle, sondern erst mehr oder weniger später eintreten läßt. Hierzu sind nur ganz unbedeutende zusätzliche Einrichtungen erforderlich. Schließlich kann die Maschine, ebenso wie eine Gleichstromlokomotive, für Nutzbremsung eingerichtet werden. Dazu benötigt man allerdings noch einen Umformersatz für die Fremderregung, wenn man nicht von vornherein die Motoren als Verbundmaschinen bauen will. Infolge der höheren Netzfrequenz wird der Haupttransformator leicht, obwohl bei der in Abb. 3 dargestellten Schaltung seine Sekundärwicklung schlecht ausgenutzt ist. Es wird also behauptet, daß eine Lokomotive der neuen Bauart für 50 Hz weder schwerer noch teurer werde als eine mit Kommutatormotoren ausgerüstete für 16⅔ Hz. Den gittergesteuerten Gleichrichter hält Brown, Boveri & Cie. bereits heute für betriebsicher genug, um schon jetzt eine ältere Lokomotive für die neue Schaltungsart umzubauen, mit der Versuche größeren Maßstabs unternommen werden sollen.



1 Fahrleitung — *2* Transformator — *3a* Statorwicklung des Triebmotors — *3b* Rotorwicklung des Triebmotors — *4* Steuerventil — *5* Verteiler — *6* Steuerung — *7* Gleichstromquelle

Abb. 3. Schaltungschema eines kommutatorlosen ventilgesteuerten Einphasen-Serienmotors.

Die z. T. recht ausführliche Arbeit, die im wesentlichen eine vervollkommnete Wiederholung der Veröffentlichung von M e y e r - D e l i u s[1] darstellt, geht leider auf manche wichtige Frage, die für die Brauchbarkeit der neuen Schaltung im Bahnbetrieb ausschlaggebend werden kann, nicht ein. So wird z. B. der Nachweis, daß die neuen Motoren nicht größer und nicht schwerer sind als die alten, nicht erbracht. Ferner enthält der von den neuen Motoren der Fahrleitung entnommene Strom starke Oberwellen, die, vor allem, wenn bei geringen Geschwindigkeiten die Halbwellen der Netzspannung nicht voll ausgenutzt werden, vielleicht auf Fernmeldeleitungen so störend einwirken können, daß die heutigen Schutzmaßnahmen nicht mehr ausreichen. Es bleibt also doch noch eine ganze Reihe von Einzelheiten zu klären, bevor auch der Leser, der den gittergesteuerten Großgleichrichter schon heute einschließlich seiner Kühl- und Pumpanlage für den Lokomotivbetrieb als sicher genug betrachtet, von der praktischen Brauchbarkeit der neuen Bauart überzeugt ist. (K e r n , Elektr. Bahnen Bd. 7, S. 313.) *Tf.*

Hebezeuge und Massenförderungen.

Hochofen-Schrägaufzüge mit Trichterkübel. — Die zur Begichtung von Hochöfen verwendeten Schrägaufzüge können entweder mit Kippkübeln, Kipptischen oder mit Trichterkübeln ausgerüstet werden. Die letzteren dienen gleichzeitig als oberer Aufgabetrichter des Gichtverschlusses und als Fördergefäß des Zubringewagens. Beim Begichten setzt sich der Kübelmantel auf den Gichtverschluß, so daß der Kübel beim weiteren Herabsenken der Tragstange sich öffnet und seinen Inhalt in den Ofen leert. Während der Begichtung wird der Kübel durch einen Deckel geschlossen, der an Seilen aufgehängt ist, die über Leitrollen zu einem besonderen Lenker auf der hinteren

[1] M e y e r - D e l i u s , Betrieb von Motoren mit Hilfe gittergesteuerter Quecksilberdampf-Gleichrichter, Fachberichte von der Jahresversammlung 1931 des VDE, S. 26.

Katzenachse führen. Abb. 4 zeigt einen derartigen Aufzug, wie er von der Demag, Duisburg, ausgeführt wurde. Wegen der Anordnung der Bunker in 2 Reihen parallel zur Hochofenreihe, mußte hier am unteren Teil der Schrägstrecke der Brücke eine waagerechte Bahn angeschlossen und die Katze für den Rücklauf auf dieser mit Unterseil versehen werden. Während die Brücke an der Übergangstelle vom schrägen zum waagerechten Teil fest gelagert ist, sind am waagerechten Ende, in der Mitte der Schrägbrücke und am Hochofengerüst Pendelstützen vorgesehen. Der Rahmen der Begichtungskatze ist als zweiarmiger Hebel mit der Vorderachse als Drehpunkt ausgebildet. An der Hinterachse, die mit einem Gegengewicht versehen ist, greift das Hubseil an. An dem als Kreissegment gestalteten Vorderteil sind die Gliederketten für den Kübelfänger befestigt. Bei der Fahrt aus der untersten Stellung nach oben greift der Kübelfänger in die Öse der Tragstange ein. Nach der Einfahrt in die obere Gabelung wird das hintere Ende der Katze hochgezogen und ihr Vorderteil gesenkt, so daß sich der Kübel aufsetzt. Abb. 5 zeigt ein Schema der Katzbewegung in der Gabelung, wo aber anstatt dreier Bahnen wie in Abb. 4 nur 2 Bahnen benötigt werden. Zum Ausgleich des Seilzuges sind Gegengewichte in den Türmen in der Mitte der Schrägbrücke angeordnet.

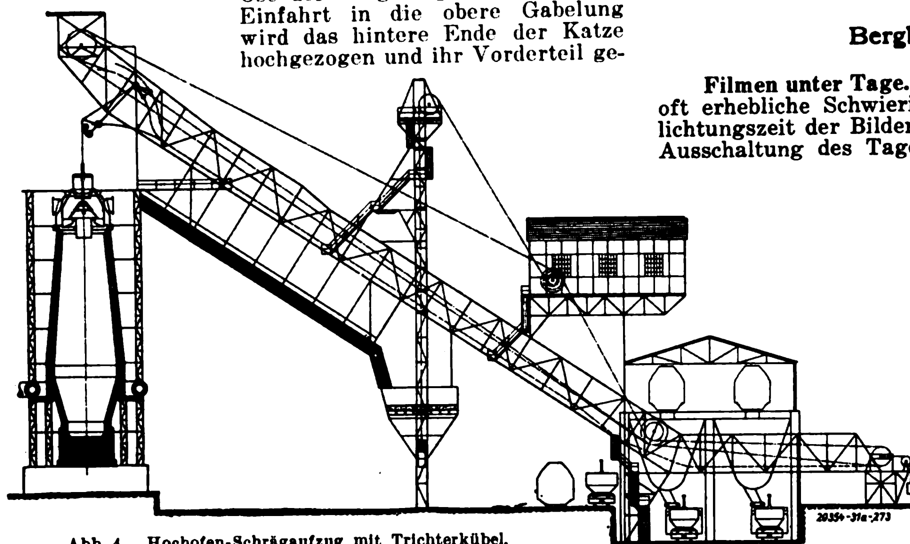


Abb. 4. Hochofen-Schrägaufzug mit Trichterkübel.

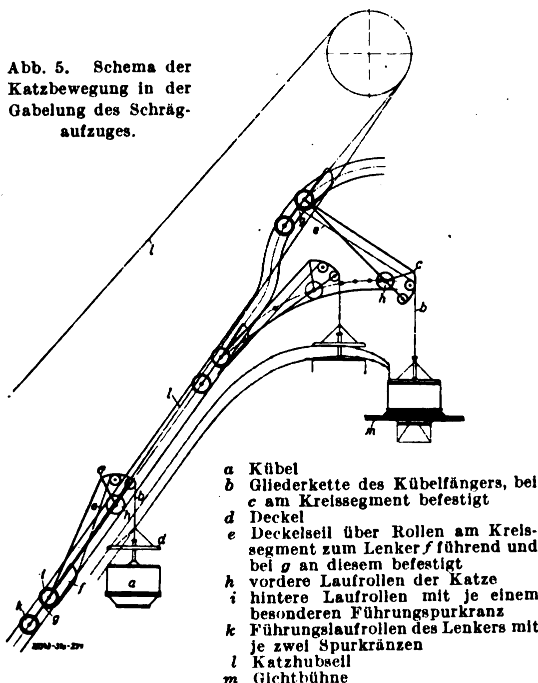


Abb. 5. Schema der Katzbewegung in der Gabelung des Schrägaufzuges.

Die Aufzugwinde besitzt 2 zylindrische Hubtrommeln auf gemeinsamer Achse für je 1 Hub- und Unterseil und 2 Spiraltrommeln für je 1 Gegengewichtsseil. Die beiden Antriebsmotoren arbeiten abwechselnd auf die Trommelwelle. Die Steuerung erfolgt nach der Leonardschaltung. Sämtliche Steuerapparate sind auf dem Führerstand angebracht. Die Aufzugwinde ist mit einer Steuerwalze versehen, die von der Winde angetrieben wird und als Fahrtbegrenzer selbsttätig alle Schaltungen vornimmt. Ob die Zubringewagen richtig oder falsch zum Schrägaufzug stehen, wird durch Signallampen angezeigt, ebenso ob die Gichtglocke geöffnet oder geschlossen ist. Ein mit dem Fahrtbegrenzer verbundener Fahrtwähler stellt die Aufzugwinde auf die Zubringegleise ein. Sobald bei Abwärtsfahrt die Gicht nicht geschlossen oder ein Zubringewagen in einer falschen Stellung unter dem Aufzug steht, setzt der Fahrtbegrenzer die Aufzugwinde still. Wenn sich die Begichtungskatze den Zubringegleisen nähert oder über denselben befindet, wird das Fahrwerk der einfahrenden Zubringewagen selbsttätig stillgesetzt, ohne daß aber die Zurückfahrt der Wagen behindert wird. Bei zu hoher Belastung wird durch den Teufenzeiger die Stromzuführung zum Hauptwindenmotor unterbrochen. (Demag-Nachr. Bd. 5, S. 1.) *Ka.*

Bergbau und Hütte.

Filmen unter Tage. — Das Filmen unter Tage bereitet oft erhebliche Schwierigkeiten. Durch die bedingte Belichtungszeit der Bilder auf dem Filmstreifen werden bei Ausschaltung des Tageslichts eine Reihe von Lampen oder Scheinwerfer benötigt, die bei den sonstigen Filmaufnahmen mit besonders präparierten Kohlenstiften versehen sind und ein hochaktinisches Licht ausstrahlen. Bei Filmaufnahmen in schlagwettergefährdeten Grubenräumen müssen jedoch hochkerzige Glühlampen verwendet werden. Mit Rücksicht auf die rötlichgelbliche Ausstrahlung der Glühbirnen muß ein panchromatisches Filmmaterial verwendet werden, das infolge der sehr bedingten Aktinität des Beleuchtungsmaterials auch noch hochsensibilisiert sein muß. Im Gegensatz zu anderen Materialien ist die Haltbarkeit der Schicht des Negativmaterials eine sehr begrenzte. Innerhalb 4 Wochen, vom Fabrikationstage an gerechnet, muß das Material verbraucht sein. Das Befördern der Aufnahmegeräte, der Lampen, Glühbirnenkästen, Kabel, Widerstände, Kamera, Stative ist oft sehr schwierig. Mitunter vergehen mit dem Abmontieren an der einen Aufnahmestelle bis zum kurbelfertigen Aufbau der nächsten Szene 6 ... 8 h. Es muß noch berücksichtigt werden, daß bei den meisten Aufnahmestellen die Möglichkeit der Stromabnahme für die Lampen oft 50 ... 800 m entfernt liegt und entsprechende Kabellängen zu verlegen sind. Die Anordnung der Glühlampen richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen. Sie erfolgt mit Stativen, Aufhängehaken, Hängeseilen usw. (Abb. 6). Bei Grubenaufnahmen im sächsischen Steinkohlenrevier wurden 10 Glühbirnen mit je 6000 HK angewendet, so daß eine Lichtstärke von etwa 60 000 HK auf die Szene niederstrahlte, wobei noch besonders berücksichtigt

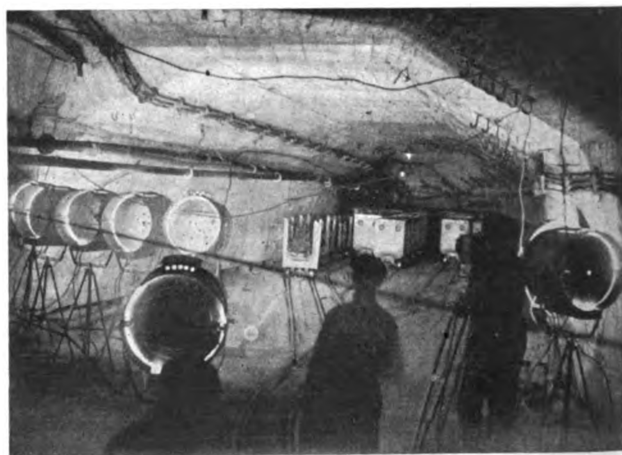


Abb. 6. Kamera und Scheinwerfer für Filmaufnahmen rd. 800 m unter Tage in der Nähe des Hauptschachtes.

werden muß, daß die in den Lampen angebrachten Reflektoren die Glühbirnen in ihrer Lichtwirkung bedeutend unterstützten. Filmaufnahmen unter Tage dürfen nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Bergbehörde vorgenommen werden, während welcher ein Beamter des Bergrevieramts zugegen ist, der vor der Aufnahme auch das Beleuchtungsmaterial einer eingehenden Prüfung unterzieht. (Grau, Techn. Bl. 1931, S. 641.) *Sgm.*

Der erste in der UdSSR gebaute elektrische Antrieb für eine Blockstraße. — Die Werke „Elektrosila" in Leningrad haben den ersten Antrieb für eine Blockstraße fertiggestellt. Der Antrieb besteht aus:

1. einem Gleichstrom-Umkehr-Walzmotor 7000 PS, 50/120 U/min,
2. einem Ilgner-Umformer, bestehend aus:
   a) 2 hintereinandergeschalteten Generatoren von je 3000 kW, 375 U/min,
   b) 1 Schwungrad mit einem Energieinhalt von 20 bis 2000 PS/s,
   c) 1 Drehstrom-Steuermotor von 5000 PS, 6000 V, 375 U/min,
3. einem Erreger-Umformer.

Die Hauptmaße und Gewichte der einzelnen Teile des Antriebes sind aus nachstehender Zahlentafel zu ersehen.

Gegenstand	Walzmotor	Generator	Schwungrad	Drehstrommotor	Ilgner-Umformer
Maße in Millimetern					
Äußerer Durchmesser der Maschine	5 180	3 500	4 400	3 000	—
Äußerer Durchmesser des Ankers	3 810	2 510	—	2 144	—
Achsenbreite des Ankers mit Kommutator	2 150	1 412	—	950	—
Länge in der Achsenrichtung	2 540	1 320	—	—	—
Breite	1 970	2 100	1 000	3 915	11 710
Höhe über dem Fußboden	5 800	3 980	—	3 450	4 450
Gewicht in Kilogramm					
Gewicht des Stators	73 000	12 000	—	17 000	—
Gewicht des Ankers mit Welle	63 000	15 000	—	13 000	—
Gewicht der Grundplatte und Lager	34 000	—	—	—	35 000
Gesamtgewicht	170 000	27 000	62 000	30 000	181 000

(Elektritschestwo 1932, H. 1, S. 34.) *T. S.*

Elektrische Antriebe.

Elektrischer Schiffsantrieb[1]. — Ende Oktober 1931 hat der neue turboelektrisch angetriebene Luxusdampfer „Monarch of Bermuda" seine Probefahrten begonnen. Auf der Werft von Vickers-Armstrong in Walker-on-Tyne für die New York-Bermuda-Linie gebaut, ist es das erste 4-Schrauben-Fahrgastschiff, das turboelektrisch angetrieben wird. Die Anlage ist wieder von der General Electric Co. hergestellt worden. Die „Monarch of Bermuda" ist das neueste, vollkommen elektrisch betriebene, englische Schiff, auf dem ausschließlich Elektrizität angewandt wird, nicht nur für den Antrieb und die Hilfsmaschinen, sondern auch zum Kochen und Heizen, außerdem für Beleuchtung und andere wesentliche Zwecke.

4 Synchronmotoren von je 4750 PS_e, 3000 V Spannung und 150 U/min, die mit der Propellerwelle direkt gekuppelt sind, sollen dem Schiff bei einer Verdrängung von 20 500 t eine Geschwindigkeit von 20 Kn. geben. Der für diese Leistung erforderliche Drehstrom wird in 2 Turbogeneratoren erzeugt von je 7500 kW mit einer Spannung von 3000 V, einer Drehzahl von 3000 U/min und einer Frequenz von 50 Per/s, wobei die Turbine durch eine elastische Kupplung mit ihrem Generator verbunden ist. Die Schaltung der gesamten Anlage, deren interessante Einzelheiten einem besonderen Artikel vorbehalten bleiben müssen, ist so gewählt, daß normal die beiden BB-Motoren Strom vom BB-Generator erhalten, die beiden StB-Motoren vom StB-Generator, u. zw. sowohl für Vorwärts- als auch für Rückwärtsfahrt. Mit dieser Schaltung wird die volle Geschwindigkeit erreicht; dasselbe ist aber auch möglich, wenn die beiden äußeren Motoren auf einen Generator geschaltet werden und die beiden inneren auf den anderen. 70 % der Geschwindigkeit können noch erreicht werden, wenn ein BB-Motor und ein StB-Motor auf ihren zugehörigen Turbogenerator geschaltet sind oder alle 4 Motoren nur auf einen der beiden Generatoren. Es kann also praktisch jeder Motor mit jedem der beiden Generatoren verbunden werden, wodurch für die verschiedenen Betriebsbedingungen eine große Zahl von Schaltungen möglich ist, so daß für den Notfall ein hoher Grad von Zuverlässigkeit vorhanden ist.

Die Steuerung ist vollkommen elektrisch im Gegensatz zu den elektrisch-mechanischen Systemen, die bisher allgemein angewandt wurden. Die Turbogeneratoren laufen zunächst mit etwa einem Achtel ihrer Drehzahl an, ohne Erregung im Generator- oder Motorfeld. Die Umlaufzahl wird dann auf etwa ein Fünftel gesteigert, und das Generatorfeld wird übererregt, so daß der Propellermotor als Induktionsmotor anläuft; hat dieser die der Generatordrehzahl entsprechende Umlaufzahl erreicht, so wird die Erregung des Motors eingeschaltet, und er läuft dann als Synchronmotor weiter. Die Erregung des Generators wird dann auf seinen normalen Wert gebracht und die Drehzahl durch Änderung der Drehzahl der Turbine geregelt. Alle Schaltvorgänge in den Hauptstromkreisen werden bei Niederspannung ausgeführt, um das Schalten bei hohen Spannungen zu vermeiden.

Der Strom für die Erregung der Hauptmaschinen, zum Antrieb der zahlreichen Hilfsmaschinen und für Beleuchtung, Heizen und Kochen wird durch 4 Turbogeneratoren erzeugt von je 750 kW, welche Gleichstrom von 220 V liefern; diese Turbinen arbeiten mit 6000 U/min über ein Rädervorgelege auf ihre Generatorenwellen, die mit 750 U/min laufen; für Notbetrieb ist außerdem noch ein 45 kW-Turbogenerator vorgesehen. Die Motoren werden nach dem General Electric-Vielfach-Anlassersystem gesteuert in der Weise, daß ein Anlasser, der mit seiner zugehörigen Ausrüstung an der Hauptschalttafel vorgesehen ist, für mehrere Motoren benutzt wird, so daß viel Platz gespart wird. Die Motoren selbst werden durch Druckknopfsteuerung angelassen und gestoppt. Die Hilfsstromkreise sind so eingerichtet, daß Anlagen von untergeordneter Bedeutung wie Winden, bestimmte Lüftungseinrichtungen und Teile der Beleuchtung selbsttätig abgeschaltet werden, falls die Hilfsgeneratoren überlastet werden; dauert die Überlastung längere Zeit an, so kann eine zweite Gruppe in derselben Weise abgeschaltet werden, so daß nur die lebenswichtigen Anlagen des Schiffes dauernd unter Strom bleiben.

Der Dampf für die Turbinen wird in 8 Stück auf zwei Kesselräume verteilten, ölgefeuerten Babcock & Wilcox-Wasserrohrkesseln mit Überhitzung erzeugt. Dampfdruck 28 ata, Überhitzung 350 ° C, Gesamtheizfläche 3920 m². (Electrician Bd. 107, S. 515 u. 661; Engineering Bd. 132, S. 650.) *Fu.*

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 846, 1213 u. 1250.

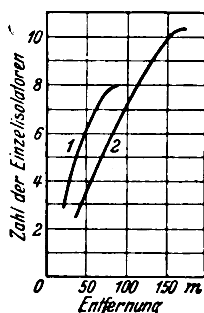
Fernmeldetechnik.

Fernsprech-Anschlußkabel mit 4848 Adern. — Bis vor kurzem noch enthielten die stärksten gebräuchlichen Fernsprech-Anschlußkabel höchstens 1800 Aderpaare. Mit steigendem Bedarf sind die Versuche, die Aderzahl zu vermehren, fortgesetzt worden; dabei wurden zwei Arten von Kabeln entwickelt: die Sternvierer- und die Zwillingskabel. Der Bau der letzteren Art hat unlängst überraschende Fortschritte gemacht, u. zw. ist es jetzt gelungen, Anschlußkabel mit 2424 Aderpaaren herzustellen. Ein solches Kabel verwendet die Rumänische Fernsprech AG. (S. A. Romana de Telefoane) in Bukarest. Das Kabel dient zum Anschluß von Teilnehmern an das Selbstanschlußamt und führt durch eine der Hauptverkehrsadern der Stadt, in der der für das Kabel verfügbare Raum äußerst beschränkt ist. Dieses Kabel mit 4848 Adern in einem einzigen Kabelmantel ist das an Aderzahl stärkste Kabel, das je für ein Land hergestellt worden ist. Für eine Kabelmeile (1,609 km) waren 7,5 Mill m Kupferdraht erforderlich. Die Adern haben eine Stärke von 0,4 mm und sind mit Papier isoliert, der Kabeldurchmesser einschließlich des 0,33 cm dicken Bleimantels beträgt 8 cm. Je englische Meile (1,609 km) beträgt der elektrische Widerstand 230 Ω maximal, der Isolationswiderstand 40 000 MΩ. Bei der Herstellung des Kabels wurden zunächst die Aderpaare zu 101paarigen Einheiten und dann die 24 Gruppen miteinander verseilt. Die innere Lage enthält 4, die mittlere 8 und die äußere 12 Einheiten. Das Farbenschema ist so angeordnet, daß jede Lage drei Arten von Einheiten in symmetrischer Folge aufweist, u. zw. sind die Adern paarig umsponnen: in einer Einheit rot-grün, in der zweiten blau-weiß und in der dritten rot-weiß. (Electrician Bd. 58, S. 873.) *Gth.*

Funkfernsprechverbindung Großbritannien—Ägypten. — Ende Juni wurde der Funkfernsprechdienst zwischen Großbritannien und Ägypten mit einem Gespräch zwischen dem britischen Postmaster-General, Sir Kingsley Wood, in London und dem ägyptischen Verkehrsminister in Kairo eröffnet. Anschließend führte der britische Ministerpräsident Baldwin ein Gespräch mit dem ägyptischen Ministerpräsidenten Sidki Pascha. Angesichts der Wichtigkeit, die man in England dieser neuen Sprechverbindung beilegt, wurden diese Gespräche von den englischen Rundfunksendern übertragen. Der Verkehr wird täglich von 9 bis 13 und von 18 bis 20 h MEZ abgewickelt. Auf englischer Seite nehmen alle Netze an dem Verkehr teil, auf ägyptischer Seite zunächst nur die beiden Orte Kairo und Alexandrien. Die Gebühr für ein Dreiminutengespräch beträgt 72 RM; die Teilnehmer in Nordirland und auf der Insel Man haben einen Zuschlag von 2 RM zu entrichten. (Electrician, Bd. 58, S. 873.) *Gth.*

Hochspannungstechnik.

Versuche mit Thyrit-Überspannungsableitern an Hochspannungsleitungen. — Über Thyrit-Überspannungsableiter, die von der General Electric Co. aus einem neuen porzellanähnlichen Werkstoff gegossen werden und durch rein Ohmsche Leitung wirken, war bereits in dieser Zeitschrift berichtet worden[1]. McEachron und Wade teilen die Ergebnisse mit, die bei Versuchen mit derartigen Ableitern unter Zuhilfenahme eines fahrbaren Stoßgenerators für Spannungen bis 1500 kV und des Kathodenoszillographen auf einer etwa 72 km langen Hochspannungsleitung der Consumers Power Co. von Grand Rapids nach Croton Dam im westlichen Michigan gewonnen wurden. Die Prüfungen erstreckten sich auf alle, je nach der Betriebspannung aus verschieden vielen Thyriteinheiten zusammengesetzten Ableiter für Nennspannungen zwischen 15 und 220 kV. Dabei wurde die Wirksamkeit jedes Ableiters für seinen Einbau am Ende einer Einfach- und Doppelleitung sowie in einem Zwischenpunkt der Leitung untersucht. Die Messungen bestätigten aufs neue die bereits früher gefundene, zwischen Ableiterstrom I und Scheitelspannung an seinen Klemmen U bestehende Gesetzmäßigkeit: $U = R\,I^{(1-a)}$, wobei R den mit der Zahl der in Reihe geschalteten Thyriteinheiten wachsenden Widerstand und a einen etwas über 0,72 liegenden Exponenten darstellt.



1 Stoßspannungswelle 0,5/5 μs
2 Stoßspannungswelle 1/5 μs

Abb. 7. Schutzbereich von Thyritableitern beim Überschlag von Isolatorenketten verschiedener Gliedzahl durch steile Wellenfronten von 1500 kV Scheitelwert.

Besonders bemerkenswert sind die Untersuchungen über die Schutzwirkung des Thyritableiters für die Fälle, in denen die Isolation der Apparate in einem bestimmten Verhältnis zur Isolation der anschließenden Freileitung steht und diese, wie neuerdings häufig empfohlen, auf eine gewisse Strecke, z. B. 1 km, von der Anlage aus auf einem niedrigeren Normalwert gehalten wird. In einer Entfernung über etwa 150 m vom Standort der Ableiter hatten diese bereits keinerlei Einfluß auf die Isolatorenüberschläge. Die sich über eine bestimmte Leitungsstrecke ausdehnende Schutzwirkung der Ableiter hängt von der Frontsteilheit und dem Scheitelwert der Wanderwellen ab und ist um so geringer, je steiler die Wellen sind. Abb. 7 läßt diese Schutzwirkung von Thyritableitern bei zwei verschieden steilen Wellen erkennen. Es ist dabei angenommen, daß der Ableiter die Spannung immer auf ein und denselben Wert von 350 kV herabsetzt und der Frontscheitel von 1500 kV einmal in 0,5 μs, das andere Mal in 1 μs erreicht wird. Als Halbwertszeit, d. h. als Zeit, in der die Spannung des Wellenrückens auf 750 kV sinkt, ist in beiden Fällen 5 μs angenommen. Für die steilere Welle hört jede Schutzwirkung gegen Frontüberschläge bereits in einer Entfernung von etwa 75 m vom Ableiter aus auf. Für die Welle mit der 1 μs-Front ist diese Entfernung etwas größer, u. zw. etwa gleich der halben Frontwellenlänge. In Wirklichkeit kann natürlich ein Isolatorenüberschlag sowohl auf der Front als auch auf dem Rücken der Wanderwelle erfolgen, wobei die Isolatoren im letzteren Falle schon bei geringeren Spannungen überschlagen. Mit hohen Scheitelwerten der Überspannungen, wie diese bei unmittelbaren Blitzschlägen häufig sind, erfolgt jedoch der Überschlag meist auf der Frontseite. Zum Schutz gegen derartige Frontüberschläge sollten daher die Überspannungsableiter auf der Seite der ankommenden Wellen und möglichst dicht beieinander, zweckmäßig an jedem Mast, angeordnet sein.

Weitere Untersuchungen mit den Thyritableitern erstreckten sich auf den Einfluß der Verbindungs- und Anschlußleitungen der Ableiter, wenn diese dem Schutz von Transformatoren dienen sollen. Um hierbei die beste Schutzwirkung zu erhalten, muß der Ableiter dicht am Transformator angeschlossen werden, und es ist auf besonders kurze Verbindungen mit der Leitung und Erde zu achten. (K. B. McEachron und E. J. Wade, Gen. electr. Rev. Bd. 34, S. 247.) *O. N.*

[1] ETZ 1930, S. 1307.

Werkstatt und Baustoffe.

Die Verlustkurve lufthaltiger Isolierstoffe. — Die Verluste in lufthaltigen Isolierstoffen bei Beanspruchung durch eine Wechselspannung zeigen die Eigentümlichkeit, daß bei steigender Spannung $\operatorname{tg}\delta$ zunächst konstant bleibt, dann ziemlich plötzlich ansteigt und sich später wieder einem Grenzwerte nähert. A. Gemant führt in einer Arbeit die Verluste auf Einzeldurchschläge der kleinen Kondensatoren zurück, die von den eingeschlossenen Luftschichten gebildet werden; es zeigt sich dabei, daß die dicksten Schichten zuerst durchschlagen werden. Die durch Leitfähigkeit oder Umelektrisierung hervorgerufenen Verluste erzeugen ein konstantes $\operatorname{tg}\delta$; der Anstieg beginnt, wenn die ersten Durchschläge (4 in der Periode) erfolgen, und nimmt mit der Zahl der durchschlagenen Elementarkondensatoren und der Zahl der Durchschläge in der Viertelperiode zu. Aus den experimentell gefundenen Verlustkurven ermittelt der Verfasser rechnerisch „die Häufigkeitsverteilung der Hohlräume auf die überhaupt vorhandenen Spaltbreiten". „Die Verteilungskurve ergibt gleichzeitig die mittlere Hohlraumbreite, sowie das gesamte prozentuelle Luftvolumen". Das Rechnungsverfahren wird auf Paragummi in gedehntem und ungedehntem Zustande und auf ein überlastetes Hochspannungskabel angewendet.

Wie der Verfasser in einem Nachtrage[1] angibt, sind die Grundlagen seiner Theorie bereits in einer Veröffentlichung von Burstyn[2] enthalten. Abgesehen davon, daß letztere Arbeit die Aufgabe allgemeiner anfaßt, z. B. auch Luftblasen in Porzellan und Schellack in Mikanit behandelt, unterscheiden sich die beiden Arbeiten voneinander immerhin in einigen Punkten. Zunächst in den Annahmen über den Vorgang beim Durchschlag einer dünnen Einzelschicht. Gemant benutzt für die Durchbruchfeldstärke eine Kurve, deren Quelle er nicht angibt und die in logarithmischen Werten die Durchbruchsfeldstärke als Funktion der Schichtdicke darstellt. Daraus würde sich eine Kurve für die Durchbruchsfeldstärke errechnen, die mit Verminderung der Dicke stetig fällt. Burstyn hingegen begründet ausführlich, daß die kleinste Durchbruchspannung durch das Kathodengefälle gegeben ist und etwa 320 V beträgt; ihr entspricht eine Dicke von etwa 0,01 mm. Als Restspannung nach der Entladung nimmt Gemant die Lichtbogenspannung an, also fast Null, während Burstyn mit der Zünd- und Löschspannung von Glimmlicht rechnet. Das dürfte wohl richtiger sein, denn bei den kleinen in Frage kommenden Strömen gibt es keinen Lichtbogen. Weiterhin nimmt Burstyn eine etwa dem Maxwellschen Gesetz entsprechende Verteilung der Schichten an. Gemant hingegen macht darin keine Annahme, versucht vielmehr umgekehrt aus der gemessenen Verlustkurve die Verteilung zu berechnen. Sie entspricht, im Gegensatz zur Annahme von Burstyn, nicht dem Maxwellschen Gesetze, sondern ergibt ein Überwiegen der dickeren Schichten.

Was richtig ist, läßt sich vorläufig nicht entscheiden. Burstyn schreibt mit Recht: „Zur Nachprüfung der Theorie wäre es erforderlich, ein geschichtetes Dielektrikum in genau bekannter Zusammensetzung aufzubauen und einerseits die Verluste als Funktion der Spannung zu messen, anderseits die als Folge des teilweisen Durchschlags auftretende Verzerrung der Wechselstromkurve oszillographisch aufzunehmen." Hoffentlich erfolgt bald eine solche Untersuchung. (A. Gemant, Z. techn. Physik Bd. 13, S. 14.) *ds*

[1] Z. techn. Physik Bd. 13, S. 292.
[2] ETZ 1928, S. 1289.

Kristallgefüge und Disglomeration des Bleis. — Nachdem im Jahre 1913 O. Bauer zum ersten Male anläßlich des Versuches, die Ursache für das Brüchigwerden eines bleiernen Kabelmantels zu ermitteln, metallographische Untersuchungen an Blei ausgeführt hatte, beschäftigten sich zahlreiche Forscher mit der Frage nach der Beschaffenheit des Kristallgefüges im Blei und seiner Veränderung unter dem Einfluß von Temperaturerhöhungen und mechanischen Beanspruchungen. Die Aufschlüsse, welche durch diese Arbeiten gewonnen worden sind, sind umfangreich und wertvoll, bedurften aber noch einiger Ergänzungen und einer Überprüfung, wie weit sie sich mit den Beobachtungen decken, die an bleiernen, längere Zeit in Gebrauch gewesenen Gegenständen, wie Kabelmänteln, Wasserleitungsröhren oder dgl. gemacht worden sind. Diese Lücke auszufüllen, ist der Zweck einer Arbeit von O. Haehnel gewesen.

Vergleicht man die Kristallite des aus dem Schmelzfluß erstarrten, reinen Bleis mit den Kristalliten gleich großer Mengen aus dem Schmelzfluß erstarrter Bleilegierungen, wie sie in der Kabeltechnik Verwendung finden, so findet man in der durchschnittlichen Korngröße beträchtliche Unterschiede. Um zu Vergleichswerten zu gelangen, sind in der vorliegenden Arbeit Probemengen von je 30 g geschmolzenen und auf Porzellanteller erkalten gelassenen Bleis metallographisch geprüft worden. Hierbei hat sich folgendes ergeben: Die Kristallite des reinen Bleis (99,997prozentig) haben einen mittleren Durchmesser von 8 mm. Bleilegierungen mit 1%, 2 % und 3 % Zinngehalt weisen nur unwesentlich geringere Korngrößen auf. Das mit 1 % Wismut legierte Blei besitzt dagegen nur einen mittleren Korndurchmesser von ⅓ des Korndurchmessers des reinen Bleis. Der mittlere Korndurchmesser des 1 % Antimon enthaltenden Bleis ist noch kleiner und beträgt nur etwa ein Viertel des Korndurchmessers des reinen Bleis. Die Kristallite des 1 % Zink oder 0,1 % Kupfer enthaltenden Bleis endlich sind fast nur ein Zehntel so groß wie die des reinen Bleis.

Im Gegensatz zu den großen Kristalliten der aus dem Schmelzfluß erstarrten Bleiproben sind die Kristallite des aus der Kabelpresse ausgestoßenen Bleis in allen Fällen sehr klein. Aber auch hier sind die Kristallite um so größer, je reiner das Blei ist. Die Durchschnittskorngröße des untersuchten, aus der Kabelbleipresse ausgestoßenen reinen Bleies beträgt 0,25 ... 0,3 mm; nur wenig kleiner ist der mittlere Durchmesser der Kristallite eines 1 ... 3 % Zinn enthaltenden, aus der Kabelbleipresse ausgestoßenen Bleis. Die Kristallite des 1 % Antimon enthaltenden, gepreßten Bleis sind dagegen erheblich kleiner. Ihre Durchschnittsgröße beträgt nur 0,03 mm. Die Legierung des reinen Bleis mit 1 % Antimon führt also beim gepreßten Blei zu einer ganz erheblich beträchtlicheren Kornverkleinerung als bei dem geschmolzenen und aus dem Schmelzfluß erstarrten Blei. Im ersteren Falle sinkt die Korngröße von 1 auf $^1/_{10}$ ... $^1/_{16}$, im letzteren Falle nur von 1 auf ¼. Ein mit 0,1 % Kupfer legiertes, durch die Kabelpresse geschicktes Blei konnte leider nicht untersucht werden, weil es nicht erhältlich war. Die Korngröße des gepreßten Bleis wird im höchsten Grade von der Temperatur und dem Preßdruck beherrscht, sie ist aber auch noch abhängig von den zur Zeit leider unkontrollierbaren Reibungsverhältnissen an der Matrize und von der Schnelligkeit, mit der die Abkühlung des Kabelmantels nach dem Verlassen der Presse erfolgt.

Das feinkörnige Gefüge des gepreßten oder kaltbearbeiteten unlegierten Handelsbleis bleibt bei gewöhnlicher Temperatur (18 ... 20 ° C) und erschütterungsfreier Lagerung des Bleis sehr lange erhalten. Im Verlaufe mehrerer Menschenalter ist eine Kornvergrößerung, auch Sammelkristallisation genannt, kaum wahrnehmbar. Schon 10 ... 20 ° C oberhalb der Zimmertemperatur verläuft die mit der Temperatursteigerung verbundene Kornvergrößerung jedoch so schnell, daß sie bereits nach wenigen Jahren erkannt werden kann.

Auch allein infolge von Erschütterungen, wie sie durch den Straßenverkehr bedingt sind, werden bleierne Kabelmäntel bei gewöhnlicher Temperatur zur Sammelkristallisation gebracht. In den aus unlegiertem Blei bestehenden Mänteln von Erd- und Röhrenkabeln, die im Erdboden stets gleichmäßig kühl (unter 18 ° C) geblieben sind, sind wiederholt als Folge der Erschütterungen nach 20- und mehrjährigem Gebrauch 5 ... 7mal so große Kristallite festgestellt worden wie in einem frisch gepreßten Kabelmantel aus unlegiertem Blei.

Die Mäntel im Gebrauch befindlicher Kabel, die sowohl stark erwärmt — infolge der direkten Bestrahlung durch die Sonne — wie auch des öfteren Erschütterungen ausgesetzt gewesen sind, haben, soweit es sich um unlegiertes Blei handelt, schon nach 1 ... 1½ Jahren Kristallite des Zehn- bis Zwölffachen der ursprünglichen Größe erkennen lassen.

Sowohl ein Zinnzusatz (1 ... 3 %) wie ein Antimonzusatz (1 %) wirken sehr verzögernd auf die Sammelkristallisation des gepreßten Bleis ein. Diese verzögernde Wirkung ist so groß, daß in der Kabeltechnik mit einer Kornvergrößerung solcher Kabelbleimäntel nicht gerechnet zu werden braucht, es sei denn, daß es sich um Luftkabel handelt, die infolge der Bestrahlung durch die Sonne öfters hoch erwärmt werden. Auch ein nur geringer Kupfergehalt (0,1 %) setzt die Neigung des Bleis zur Sammelkristallisation beträchtlich herab.

Die Disglomeration (Brüchigwerden) des Bleis ist keine unmittelbare Folge der Bildung größerer Kristallite. Grob kristallinisch gewordene Kabelbleimäntel können bei erschütterungsfreier Lagerung noch lange betriebsfähig bleiben. Grobkristallinisch gewordenes Blei disglomeriert aber bei Erschütterungen sehr viel leichter als feinkörniges, so daß die Gefahr des Rissigwerdens bei allen Erschütterungen ausgesetzten Kabelmänteln sehr erheblich größer ist, wenn sie durch die obwaltenden Umstände öfters hoch erwärmt werden, als wenn sie sich stets bei gleichmäßig niedriger Temperatur befinden.

Auch nicht grob kristallinisch gewordenes Blei (unlegiertes sowohl wie legiertes) kann infolge von Erschütterungen disglomerieren. Brüchig gewordene Kabelmäntel aus Blei mit 3 % Zinnzusatz lassen sogar in der Regel keine andere Korngröße erkennen als frisch gepreßte Bleimäntel gleicher Zusammensetzung. (O. Haehnel, El. Nachr. Techn. Bd. 8, S. 77.) *Sb.*

Verschiedenes.

Schutzschalter für Diathermieapparate. — Eine Gefahr bei der Diathermiebehandlung, insbesondere bei Anwendung von in Körperhöhlen eingeführten Elektroden ist dann vorhanden, wenn diese Elektroden nicht vollkommen fest anliegen. Es entstehen kleine Funkenübergänge an diesen Stellen, die häufig zu Verbrennungen führen. G. G. Blake gibt in seinem „Contactometer" ein Mittel an, um das Auftreten solcher mangelhaften Kontakte rechtzeitig feststellen und Abhilfe schaffen zu können. Er stützt sich dabei auf die von ihm früher beschriebene Tatsache, daß an den Elektroden ein Gleichrichtereffekt auftritt, u. zw. so, daß bei gutem Kontakt die kleinere (Körperhöhlen-) Elektrode negativ ist. Verschlechtert sich der Kontakt, so wird die Gleichrichtung unvollkommen, bis der Funkenübergang eintritt, wobei die Polarität sich umkehrt. Als „Contactometer" dient ein Galvanometer, welches unter Zwischenschaltung zweier Drosselspulen von etwa 400 000 mH parallel zum Patientenstromkreis liegt. Die Drosseln schützen das Instrument vor dem hochfrequenten Diathermiestrom, lassen dagegen den gleichgerichteten Strom durchgehen. Der vom Galvanometer angezeigte Stromwert hängt von der Stromstärke des eigentlichen Diathermiestromes, vom Größenverhältnis der beiden Elektroden und von der Güte des Kontaktes der Elektroden mit der Haut ab, er beträgt durchschnittlich 50 µA. Bei schlechtem Kontakt nimmt er ab, bei einer Anzeige von etwa 15 µA wird die Abschaltung des Apparats empfohlen. Der Verfasser gibt ferner zwei Schaltungen an, mittels deren bei Erreichung eines bestimmten, vorher am Instrument einstellbaren Minimalstromwertes über einen Kontakt ein Hilfstromkreis geschlossen wird, der über einen Selbstschalter den Primärkreis des Diathermieapparats unterbricht. (G. G. Blake, Electr. Rev., London, Bd. 110, S. 701.) *Lsr.*

Ingenieurdienst-Kundgebung. — Am 10. VI. fand im Ingenieurhaus zu Berlin eine Kundgebung des Ingenieurdienstes[1] statt, an der Vertreter der Behörden, der Industrie, der technisch-wissenschaftlichen Vereine und Institute, der Studentenschaft u. a. teilnahmen. A. Riebe wies darauf hin, daß die Gesamtzahl der an den Technischen Hochschulen und höheren technischen Lehranstalten in Ausbildung begriffenen Ingenieure rd. 40 000 beträgt; 8000 junge Ingenieure verlassen jährlich die Hochschulen und Maschinenbauanstalten; nur 6 % finden eine feste Anstellung; 10 % können vorübergehend beschäftigt werden. Annähernd 80 % finden keine Beschäftigung; das sind jährlich 6500 junge Ingenieure. Nach dem Bericht von Litz konnte bisher durch den Ingenieurdienst 850 Jungingenieuren vorübergehende Beschäftigung nachgewiesen werden. Annähernd 10 % davon erhielten eine feste Stellung. Tübben führte aus, daß auch die Hochschule ihre Aufgabe darin erblicke, an dem Hilfswerk des Ingenieurdienstes tatkräftig mitzuwirken. Dank der durch die Lehr- und Forschungstätigkeit gegebenen Ver-

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 65.

bundenheit mancher Hochschulinstitute mit der Industrie, durch Vereinbarungen mit den Fachverbänden, habe es sich ermöglichen lassen, durch Schaffung bezahlter Praktikantenstellen auch wirtschaftliche Vorteile für die notleidenden Jungingenieure zu erzielen. Matschoss befürwortete zur Abdrosselung des technischen Nachwuchses Maßnahmen auf weite Sicht, wobei er auch an stärkere handwerkliche und landwirtschaftliche Betätigung der Jugend denkt. Daß von der Industrie bereits mehrfach Ingenieure in den Werkstätten mit produktiven Arbeiten betraut wurden, wobei sie dann natürlich die Lohnsätze der Arbeiter erhielten, bestätigte v. Bonin.

of

11. Technische Tagung des Deutschen Braunkohlen-Industrie-Vereins E. V. — Die Tagung fand am 8. und 9. IV. d. J. in Berlin statt. Bezogen auf das Jahr 1929 weist der deutsche Steinkohlenbergbau einen Förderrückgang von 27,4 %, die deutsche Braunkohle von 23,6 % auf. Der mitteldeutsche Braunkohlenbergbau hat einen Rückgang in seiner Förderung von 117,6 Mill t im Jahre 1929 auf 88,8 Mill t in 1931 und in seiner Briketterzeugung von 30 Mill t auf 22,5 Mill t gehabt. Hohe Belastungen durch Steuern und Abgaben zwingen den Braunkohlenbergbau, seine Betriebe weiter zu mechanisieren, wobei die Elektrizität gute Helferin ist. Besondere Aufmerksamkeit wird der Erhöhung der Leistung im Braunkohlentiefbau geschenkt. Der Vortrag von Hirz, Halle, gab einen Einblick in die Bemühungen zur Verbesserung des Streckenvortriebs durch die Verwendung elektrisch angetriebener Schräm- und Streckenvortriebsmaschinen, wie von Beladebändern im Pfeilerbruchbau und von Transportbändern in Bruch- und Pfeilerstrecken und zum Ersatz der Kettenbahnen. Maschinen von Krupp, der Zeitzer Maschinenfabrik und der Mitteldeutschen Stahlwerke zum Loshacken der Kohle sind bereits erprobt und haben zur Konstruktion vervollkommneter Modelle geführt, die den Bedürfnissen des Tiefbaus mehr entsprechen. In der Förderung der Kohle aus dem Bruch sind mit Förderbändern auf verschiedenen Werken günstige Ergebnisse erzielt worden, und das Förderband dürfte in der Zukunft noch eine große Rolle spielen. Am Ort werden 2,5 m lange, von Hand verfahrbare Beladebänder von 500 mm Breite mit 3 PS-Elektromotor, der zum Antrieb des Bandes in die untere Trommel eingebaut ist (BAMAG), benutzt. Die Bänder arbeiten mit Schüttelrutschen zusammen. In der Bruchstrecke werden 400 mm breite Bänder mit 9 kW Antriebsmotor verwendet. Eine neue Abbaumethode mit Bandförderung auf der Grube „Babina" wird auf der Grube „Finkenheerd" eingeführt werden, wo der Bremsberg durch eine 360 m lange Bandstrecke ersetzt werden soll.

Für den Betrieb der Elektrizitätswerke mit Rohbraunkohle im Kesselhaus gab der Vortrag von Adomeit einen Überblick zum „Stande der Rostfeuerungen mit Rohbraunkohle". Der mechanische (Schür-) Treppenrost mit auf 200 °C vorgewärmtem Unterwind in Zonenteilung hat hier zu ungeahnten Erfolgen geführt, so daß von einer Minderwertigkeit der Rohbraunkohle im feuertechnischen Sinne nicht mehr gesprochen werden kann. Kesselleistungen bis zu 12 t Dampf je m Kesselbreite werden heute mühelos erreicht. Hohe Elastizität der Feuerungen ermöglicht einen planmäßigen Betrieb leicht und sicher durchzuführen. Die Kesselwirkungsgradkurven zeigen flachen Verlauf bei Wirkungsgraden zwischen 78 und 87 % und mehr zwischen etwa halber und voller Belastung. Bei den verschiedenen Treppenrostarten wurde u. a. auf die erfolgreichen Arbeiten der Babcockwerke, von Steinmüller (Anlage Finkenheerd), Seyboth, Topf & Söhne, Keilmann & Völcker (Anlage Grube Renate) eingegangen. Auch die Muldenroste von Fränkel & Viebahn, Weinhold & Hiller, wie der Martinrost als Rückschubrost wurden in den Kreis der Erörterungen gezogen. Heute sind diese Roste derart vervollkommnet, daß sie Feuerungen für Großkessel sind, wobei sie für die größten nur im Wettbewerb mit dem Stoker stehen.

Pge.

Energiewirtschaft.

Fortschritte im Ausbau des englischen Hochspannungsnetzes. — Der vor kurzem veröffentlichte vierte Jahresbericht des Central Electricity Board umfaßt das Kalenderjahr 1931 und enthält eine übersichtliche Zusammenfassung der bisher in planmäßiger Durchführung des großen englischen Stromversorgungsprojektes[1] vollbrachten Leistungen. Allein von allen Ländern der Welt stand die englische Elektrizitätswirtschaft, wohl nicht zuletzt als Folge ihres großzügigen Zusammenschlusses, im Zeichen einer Steigerung des Stromabsatzes, die zwar geringer war als in den Vorjahren, immerhin aber im Durchschnitt 4,5 % erreichte. Die gesamte Zunahme in den letzten fünf Jahren betrug in England 34,9 % (Deutschland 12,6 %, V. S. Amerika 14,6 %) und hat zu einer Angleichung der zurückgebliebenen englischen Stromverbrauchszahlen an die anderer Industrieländer geführt.

Im Berichtsjahr wurde ein 9. Teilprojekt (für Süd-Schottland) vom Central Electricity Board genehmigt und in Ausführung genommen, womit das National Grid Scheme nunmehr 76,7 % der Bodenfläche, 98,2 % der Bevölkerung und 97,5 % der öffentlichen Elektrizitätsversorgung der Vereinigten Königreiche erfaßt. Nur für Nord-Schottland bleiben noch Einzelheiten festzulegen; auch hier ist aber durch getroffene Vereinbarungen für den Strombezug aus den Grampian-Wasserkraftwerken bereits ein bedeutender Teil der Arbeit vorweggenommen. Können also die Projektierungsarbeiten im großen als abgeschlossen betrachtet werden, so haben auch die tatsächlich ausgeführten Bauten mit dem Plan durchaus Schritt gehalten. Einzelne Anlagenteile wurden sogar zu früheren Terminen fertiggestellt, u. zw. hat man eine solche Beschleunigung überall dort angestrebt, wo „Selected Stations" bereits zur Unterstützung älterer Werke benötigt wurden. Hierdurch konnte in 45 Kraftwerken, die nach dem Plan nicht weiter ausgebaut oder überhaupt stillgelegt werden sollen, eine Ersparnis von 2¼ Mill £ an sonst erforderlichen Erweiterungen erzielt werden.

Im Berichtsjahr wurden der Industrie für 3½ Mill £ neue Aufträge erteilt, womit deren Summe 22 Mill £ erreichte. Ende 1931 betrug die Gesamtlänge der Leitungen, für welche das Wegerecht erworben und der Grunderwerb durchgeführt war, für 132 kV 4300 km mit 15 452 Masten, für 66 und 33 kV 1245 km mit 6918 Masten. Tatsächlich ausgebaut wurden im Jahr 1931 1830 km 132 kV-Leitungen, deren Gesamtlänge somit 2850 km erreichte, von denen 970 km bereits im Betrieb standen. Ferner wurden fertiggestellt 560 km 66 und 33 kV-Freileitung, deren Gesamtlänge damit auf 860 km stieg, wovon 490 km im Betrieb waren und 360 km 66 und 33 kV-Kabelleitungen. 61 weitere Transformatoren- und Schaltstationen hat man in Angriff genommen und damit deren Zahl auf 178 gebracht. Von besonderem Interesse dürfte die Freiluft-Schaltanlage in Harton sein, die erstmals mit eisengekapselten 66 kV-Schaltern ausgerüstet wurde.

Mit Beschleunigung kam auch die Vereinheitlichung der Frequenz zur Durchführung; für diesen Zweck wurden 1931 3¾ Mill £ und insgesamt bisher 8 Mill £ aufgewendet.

v. Str.

Förderung der Elektrisierung der Landgemeinden in der Tschechoslowakei. — Durch Gesetz Nr. 46 vom Jahr 1929 und Ergänzung dazu vom 29. IV. d. J. hat die tschechoslowakische Staatsregierung zur Förderung der systematischen Elektrisierung der Landgemeinden für die Jahre 1929 bis 1933 einen Betrag von rd. 47 Mill RM jährlich und für die darauf folgenden Jahre 1934 ... 1940 einen Betrag von rd. 3,1 Mill RM jährlich bewilligt, also insgesamt rd. 43,7 Mill RM für diesen Zweck ausgeworfen.

Nach dem Stande Ende 1930 ergeben sich für diese staatliche Elektrisierungsaktion für die verschiedenen Länder der Republik folgende Ziffern:

Land	Gesamtzahl der Gemeinden	davon bereits elektrisierte Gemeinden	verbleiben sonach noch zu elektrisierende Gemeinden
Böhmen	8 096	5 785	2 311
Mähren/Schlesien . .	3 314	1 966	1 348
Slowakei	3 526	548	2 978
Karpathorußland . .	487	39	448
zusammen . . .	15 423	8 338	7 085

Bringt man etwa 600 Gemeinden in Abzug, die sich infolge ihrer Abgelegenheit und des zu erwartenden geringen Konsums bei dem für sie so erforderlichen großen Geldaufwand für die Elektrisierung überhaupt nicht eignen (z. B. einsame Gebirgsdörfer, die sich oft kilometerlang in Form vereinzelter Häuser hinziehen), so verbleiben noch immer rund 6400 Landgemeinden, welche auf Grund des vorstehenden Gesetzes zu elektrisieren sind. Wird im Durchschnitt je Gemeinde mit einem staatlichen Unterstützungsbeitrag von 6250 RM gerechnet, so ergibt sich der im Gesetz vorgesehene Betrag als Gesamtaufwand.

Durch die Annahme dieses Gesetzes im Parlament können nunmehr die von rd. 1800 Gemeinden und Genossenschaften bereits vorliegenden Gesuche um Erteilung

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 114.

der staatlichen Unterstützung für den Bau von Ortsnetzen, die bisher wegen Mangels von zur Verfügung stehenden Geldmitteln nicht bewilligt werden konnten, weil die vorgesehenen Mittel bereits Ende 1930 erschöpft waren, nunmehr ihrer ordnungsgemäßen Erledigung zugeführt werden.

Da die Aufwendungen für die Elektrisierung der Landgemeinden (Bau der Ortsnetze und Hausinstallationen, Fernleitungen, Transformatorstationen und der dadurch bedingten Erweiterungen der maschinellen Anlagen der Werke) bisher sich immerhin im Jahresdurchschnitt zwischen 37,5 ... 50 Mill RM[1] bewegt haben, so ist die Erwartung, die sich an die Annahme dieses Gesetzes im Parlament knüpft, daß so eine Belebung der gegenwärtig auch an Auftragsmangel leidenden tschechoslowakischen Elektroindustrie herbeigeführt werden dürfte, nicht ganz von der Hand zu weisen.

G. W. Meyer, Bodenbach.

[1] 1 RM = 8,00 Kč.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Bekanntmachung.

Mehrfachen Wünschen entsprechend wird — zunächst versuchsweise —

der Beginn der ordentlichen und außerordentlichen Sitzungen des Elektrotechnischen Vereins **auf 20 Uhr abends**

(statt wie bisher 19½ Uhr) festgesetzt werden.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Gebührenordnungen der Architekten und Ingenieure.

Der Ausschuß „Gebührenordnung für Architekten und Ingenieure" (Ago) bittet uns um Veröffentlichung folgender Mitteilung:

Auf Grund von Verhandlungen mit dem Reichskommissar für Preisüberwachung treten mit Wirkung ab 1. Juli 1932 folgende Ermäßigungen in den Gebührensätzen ein in der

GO. der Architekten vom 1. II. 1932,
GO. der Ingenieure vom 1. III. 1932,
GO. der Gartenarchitekten vom 1. VII. 1927.

Abschnitt E.	Leistungen nach der Zeit die Stunde	7 RM
	Mindestgebühr	18 „
Abschnitt F.	Nebenkosten bzw. Auslagenerstattung:	
	Bei Reisen Aufwandentschädigung	
	für den Tag ohne Übernachten . .	22 „
	für den Tag mit Übernachten . . .	30 „
Abschnitt C.	Schätzungen:	
	Mindestgebühr für eine Schätzung	
	von Grundstücken ohne Gebäude .	40 „
	von Grundstücken mit Gebäuden .	50 „.

Berlin, den 15. VI. 1932.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.



Bekanntmachung.

Betr.: Entziehung der Prüfzeichengenehmigung.

Die VDE-Prüfstelle hat die seinerzeit der Firma Thüringische Stahl- und Metallwaren-Manufaktur, Andrae & Co., Berlin S 14, Kommandantenstr. 46, erteilte Genehmigung zur Benutzung des VDE-Zeichens für

zweipolige Verbindungsgeräte (Lichtantennen) aus künstlichem Isolierstoff, bis 250 V,

(Genehmigungsurkunde Nr. 6784, A 760 Vg 1) gestrichen, weil die Firma nicht alle in der Satzung der Prüfstelle festgelegten Verpflichtungen erfüllt hat.

Die der VDE-Prüfstelle bekanntgegebenen Geschäftsräume der Firma sind angeblich dauernd geschlossen; die Adresse der Firmeninhaber war bisher nicht zu ermitteln. Versuche der VDE-Prüfstelle, der Firma die Erklärung über die Entziehung der Zeichengenehmigung mit eingeschriebenem Brief oder mit Postzustellungsurkunde zu übermitteln, verliefen ergebnislos. Die obenerwähnte Genehmigungsurkunde wird daher auf diesem Wege nochmals ausdrücklich für ungültig erklärt.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

AEF

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Geschäftstelle: Elektrotechnischer Verein, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33II. Fernsprecher: Amt Wilhelm C 4 8885/86.

Der AEF hat in seiner Sitzung am 17. X. 1931 nach satzungsgemäßer Beratung den in der ETZ 1930, H. 17, veröffentlichten Entwurf 33, Druckeinheiten, in der nachstehenden Form als Satz 15 endgültig angenommen.

Er stellt ferner die folgenden drei Entwürfe:

44, Kleine Längen- und Masseneinheiten,
45, Winkeleinheiten und Winkelteilungen,
46, Sonderliste der Formelzeichen für die Leitungstechnik

gemäß § 4, Absatz 3, seiner Satzung zur Beratung und lädt die beteiligten Vereine ein, ihm das Ergebnis ihrer Beratung bis zum 1. II. 1933 möglichst in zwei Ausfertigungen mitzuteilen. Zur gleichen Frist kann sich auch jedes Mitglied der beteiligten Vereine und jeder, der an der Beratung teilnehmen will, zu den Entwürfen äußern. Ich bitte, dem AEF von allen Äußerungen in Zeitschriften stets wenigstens einen Abdruck zu senden. Wallot.

Satz 15, Druckeinheiten[1]. Endgültig

1. Die Druckeinheit des Zentimeter-Gramm (Masse)-Sekunden-Systems ist das Mikrobar (μb) = 1 dyn/cm². Das Bar (b) ist gleich 10^6 dyn/cm², das Millibar (mb) gleich 10^3 dyn/cm².
2. Die Druckeinheit des Meter-Kilogramm (Kraft)-Sekunden-Systems ist die Einheit kg/m². Sie ist sehr nahe gleich dem Druck einer Wassersäule von 1 mm Höhe bei 4 ° und normaler Schwere; daher ist für sie auch die Bezeichnung „mm WS" gebräuchlich.
3. Der Druck einer Quecksilbersäule von 1 mm Höhe bei 0 ° und normaler Schwere heißt 1 Tor (mit kurzem o).
4. Außerdem werden als Druckeinheiten die physikalische und die technische Atmosphäre benutzt:

   1 physikalische Atmosphäre = 1 Atm = 760 Tor,
   1 technische Atmosphäre = 1 at = 1 kg/cm².

   Zur Vermeidung von Verwechslungen empfiehlt es sich, die Schreibweisen 760 Tor und kg/cm² zu bevorzugen.
5. Setzt man das Verhältnis der Dichte des Quecksilbers bei 0 ° und 760 Tor zu der Dichte des Wassers bei 4 °

[1] Bearbeitet von K. Scheel, A. Betz, K. Bunte, H. Ebert, G. Sinner, R. Süring, J. Wallot.

und 760 Tor gleich 13,5955, ferner den Normwert der Fallbeschleunigung[1] gleich 980,665 cm/s² (vgl. Satz 9), so ergibt sich die nachstehende Umrechnungstafel:

	Bar	kg/m²	Tor	760 Tor (Atm)	kg/cm² (at)
1 Bar (b) = 10^6 dyn/cm² . . .	1	$1{,}019\,72 \cdot 10^4$	750,06	0,986 92	1,019 72
1 Millibar (mb) = 10^3 dyn/cm²	10^{-3}	10,1972	0,750 06	$0{,}986\,92 \cdot 10^{-3}$	$1{,}019\,72 \cdot 10^{-3}$
1 Mikrobar (μb) = 1 dyn/cm²	10^{-6}	$1{,}019\,72 \cdot 10^{-2}$	$0{,}750\,06 \cdot 10^{-3}$	$0{,}986\,92 \cdot 10^{-6}$	$1{,}019\,72 \cdot 10^{-6}$
1 kg/m² ≈ 1 mm Wassersäule	$0{,}980\,665.10^{-4}$	1	$0{,}735\,56 \cdot 10^{-1}$	$0{,}967\,84 \cdot 10^{-4}$	10^{-4}
1 Tor = 1 mm Quecksilbersäule	$1{,}333\,22 \cdot 10^{-3}$	13,5951	1	$1{,}315\,79 \cdot 10^{-3}$	$1{,}359\,51 \cdot 10^{-3}$
760 Tor = 1 Atm	1,013 25	$1{,}033\,23 \cdot 10^4$	760	1	1,033 23
1 kg/cm² = 1 at	0,980 665	10^4	735,56	0,967 84	1

Erläuterungen.

Unter Druck wird die Kraft auf die Flächeneinheit verstanden.

Zu 1. Auf der Internationalen Physikertagung in Paris im Jahre 1900 machte Guillaume den Vorschlag, als Einheit des Drucks den Druck einer „Megadyne" auf das Quadratzentimeter festzusetzen und ihn „barye" zu nennen. Man beschloß jedoch, den Namen barye dem millionsten Teil dieser Einheit zu geben.

Dieser Beschluß ist wohl nur in Frankreich beachtet worden. Dort ist seit dem Jahre 1920 die barye gesetzliche Druckeinheit (ETZ 1920, H. 49, S. 980, 982).

In der Physik der Atmosphäre kam bald nach der Pariser Tagung ein anderer Gebrauch auf. Im Jahre 1902 schlugen Sandström und Helland-Hansen vor, den Druck von 10^6 dyn/cm² mit „bar" zu bezeichnen (Rep. Norw. Fish. and Marine Invest. Bd. 2 (1902), Nr. 4, S. 15). V. Bjerknes schloß sich diesem Vorschlag an; in einer Arbeit aus dem Jahre 1906 trat er mit Sandström dafür ein, bei dynamischen Untersuchungen nur absolute Maße zu benutzen und deshalb die systemfremde Druckeinheit mm Hg durch die Druckeinheit des CGS-Systems zu ersetzen (Beitr. Phys. fr. Atm. Bd. 2 [1906], S. 1).

Seitdem hat sich das Millibar (10^3 dyn/cm²) in der Meteorologie und Ozeanographie immer mehr eingeführt. Es wird seit 1912 verwandt in dem amtlichen britischen „The Observatories' Year Book", London, seit 1913 in den „Arbeiten des Aeronautischen Observatoriums Lindenberg" und in den „Synoptischen Darstellungen atmosphärischer Zustände des geophysikalischen Instituts der Universität Leipzig". In den Zeitschriften wird bei thermodynamischen und aerologischen Arbeiten der Gebrauch der Einheit Millibar immer häufiger. Seit 1930 benutzen die meisten Wetterkarten für wissenschaftliche Zwecke, z. B. die Wetterkarte der Deutschen Seewarte, das Millibar.

Auch wissenschaftliche Tagungen haben sich bereits mit dem bar = 10^6 dyn/cm² beschäftigt. Im Jahre 1909 wurde auf der Tagung der Internationalen Aeronautischen Kommission in Monaco beschlossen, den Vorschlag, alle Luftdruckmaße im allgemeinen Kraftmaß auszudrücken, an das Permanente Internationale Meteorologische Komitee weiterzuleiten, da die Kommission die Benutzung absoluter Einheiten für manche theoretische Zwecke für nützlich halte. Das Permanente Internationale Meteorologische Komitee empfahl daraufhin im Jahre 1913 in Rom, bei allen aerologischen Beobachtungen außer dem Barometerstand in Millimeter auch den Luftdruck in Millibar anzugeben. Diesen Beschluß bestätigte es 1929 in Kopenhagen; die Resolutionen lauten:

Resol. 8, Abs. 2: On utilisera les unités et définitions suivantes dans les formulaires et publications de la Commission (pour l'exploration de la haute atmosphère): ... Pression barométrique en millibars.

Resol. 34: Dans les messages synoptiques émis par T.S.F. (télégr. sans fil) pour l'échange international, la pression sera exprimée en millibars.

Abweichend hiervon wurde schon im Jahre 1904 von Th. W. Richards der Gebrauch des Wortes Bar im Sinne von „barye", also für die absolute Einheit dyn/cm² selbst, empfohlen (Z. Phys. Chem. Bd. 49 [1904], S. 1); sie ist seidem häufig in wissenschaftlichen Abhandlungen und in Büchern verwendet worden, z. B. im Lehrbuch der praktischen Physik von Kohlrausch. Auch der AEF hat sich auf Anregung Warburgs im Jahre 1923 den Vorschlag zu eigen gemacht (ETZ 1923, S. 530). Die Bezeichnung Bar für dyn/cm² hat sich vor allem bei den Akustikern eingeführt, weil sich die Schalldrucke in dieser kleinen Einheit gut ausdrücken lassen.

Der AEF hat sich für den Brauch der Meteorologen entschieden. Dabei war für ihn vor allem maßgebend, daß außerordentlich viele veröffentliche Beobachtungen auf die Einheit Millibar bezogen sind; durch die Festsetzung bar = dyn/cm² entstünde eine gefährliche Verwirrung. Anderseits wird die Bezeichnung „barye", wenigstens in Deutschland, kaum gebraucht; und für die Akustiker ist die Umstellung sicher mit geringeren Schwierigkeiten verbunden als für die Meteorologen.

Die Einheit bar = 10^6 dyn/cm² kann mit den praktischen Einheiten Ampere, Ohm usw. der Elektrizitätslehre verglichen werden. Ihre Größe entspricht annähernd dem normalen Atmosphärendruck. Daß die Schallüber- und -unterdrucke bei normaler Lautstärke etwa millionenmal kleiner sind, ist eine Besonderheit und rechtfertigt nicht die Wahl einer ebenso kleinen Druckeinheit auch für alle übrigen Gebiete der Physik. Für sehr kleine Drucke in Vakuumgefäßen können die Einheiten Tor, mTor, μTor usw. benutzt werden.

Man hat es als wünschenswert bezeichnet, die einer toten Sprache entnommenen Bezeichnungen Dyn, Erg und Bar den absoluten CGS-Einheiten vorzubehalten, für die Einheiten der Praxis dagegen Forschernamen zu verwenden. Tatsächlich ist aber dieser Grundsatz nie durchgeführt worden; es sei auf die nicht zum CGS-System gehörenden Einheiten sthène, pièze, cal und die CGS-Einheiten Hertz, Gauß, Oersted, Maxwell, Gilbert, Poise usw. hingewiesen.

Als Abkürzung für die Einheit Bar schlägt der AEF das kleine b vor. Dieses Zeichen entspricht dem Brauch der Meteorologen und den Schreibweisen dyn und erg; auch im Ausland werden Einheiten, die nicht von Eigennamen abgeleitet sind, klein geschrieben.

Zu 2. Der AEF hat es mit Rücksicht auf die Gebräuche der Gastechnik für nötig gehalten, unter den Druckeinheiten auch die Einheit „mm Wassersäule" aufzuführen. Er möchte jedoch hervorheben, daß diese Einheit an sich überflüssig ist, da sie fast genau mit der Einheit kg/m² des technischen Maßsystems zusammenfällt. Denn bezeichnet man mit ϱ_0 die Dichte des Wassers bei 4 °, mit g_n den Normwert der Fallbeschleunigung, so ist

$$1\ \text{mm Wassersäule} = \varrho_0\, g_n\, \text{mm} = \frac{\varrho_0}{\text{g/cm}^3}\ \frac{\text{kg-Kraft}}{\text{m}^2}$$

$$= 0{,}999\,973\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}.$$

Durch die ausschließliche Verwendung der Bezeichnung kg/m² würde auch die kaum überwindliche Schwierigkeit aus der Welt geschafft, eine international annehmbare Abkürzung für die Einheit „mm Wassersäule" zu finden.

Zu 3. Neben der CGS-Einheit braucht man für kleine Drucke eine Einheit, die sich an das genaueste Verfahren der Druckmessung anlehnt, nämlich an die Druckmessung durch die Quecksilbersäule. Ihr Name ist von Torricelli abgeleitet, auf den diese Art der Druckmessung zurückgeht. Als Abkürzung wird Tor vorgeschlagen; das einfache T würde zu Verwechslungen Anlaß geben, da Druckangaben in Tor häufig mit Temperaturangaben zusammentreffen. Bemerkenswert ist, daß das Millibar sehr nahe gleich ¾ Tor ist.

Zu 4. Außer der „absoluten Atmosphäre", dem Bar, gibt es noch die „physikalische" und die „technische" Atmosphäre. Diese beiden Atmosphären sind wie das Tor systemfremd: die technische Atmosphäre unterscheidet sich um eine Zehnerpotenz von der Druckeinheit des technischen Systems, die physikalische Atmosphäre leitet sich aus der systemfremden Einheit Tor erst mit Hilfe des unrunden Zahlenfaktors 760 her. Beiden Einheiten liegt der Normwert der Fallbeschleunigung zugrunde.

Das Nebeneinanderbestehen der beiden Einheiten Atm und at ist ein Mangel; sie werden oft miteinander verwechselt. Der AEF ist der Meinung, daß es nicht

[1] Der Normwert liegt auch der Definition des Kraftkilogramms zugrunde. Dieses wird also aufgefaßt als die Kraft, mit der ein Kilogrammstück an einem Ort, wo die Fallbeschleunigung gleich 980,665 cm/s² ist, auf seine Unterlage drückt. In Meereshöhe unter 45° Breite beträgt die Fallbeschleunigung 980,62 cm/s². Legt man die hierauf beruhende Definition des Kraftkilogramms zugrunde, so ändern sich die Zahlen der 4. und 7. waagerechten und der 2. und 5. senkrechten Spalte um etwa 1/20 ‰.



schwer sein sollte, den Gebrauch der Einheit Atm zurückzudrängen. Denn es erscheint sehr fraglich, ob es überhaupt in Atm geeichte Druckmesser gibt; die Angaben in Atm müssen also erst durch Umrechnung aus Angaben in kg/cm² oder in Tor gewonnen werden. Die Bezeichnung at ist in der Technik der hohen Drucke so eingebürgert, daß es schwer sein dürfte, sie überall durch die Bezeichnung kg/cm² zu ersetzen.

Da die beiden Einheiten Atm und at in Gebrauch sind, hat sich der AEF nicht für berechtigt gehalten, sie zu streichen. Er weist jedoch darauf hin, daß sie, wenn überhaupt, so jedenfalls nur dann angewendet werden sollten, wenn jede Verwechslung ausgeschlossen ist.

Nicht erwähnt ist die „Druckhöhe" in einer Flüssigkeit, d. h. die Höhe einer Säule dieser Flüssigkeit, die den betreffenden Druck erzeugt. Die Druckhöhe ist ihrer Dimension nach kein Druck, sondern eine Länge. Der Druck ergibt sich aus ihr durch Multiplikation mit der Dichte der betreffenden Flüssigkeit und der örtlichen Schwere.

Noch nicht endgültig

Entwurf 45. Winkeleinheiten und Winkelteilungen [1].

1. W i n k e l e i n h e i t e n.

Der „Altgrad" ist gleich dem neunzigsten, der „Neugrad" gleich dem hundertsten, der „Radiant" gleich dem $\pi/2$. Teil des rechten Winkels.

Der rechte Winkel wird durch einen kleinen hochgesetzten rechten Winkel (∟), der Altgrad durch einen kleinen hochgesetzten Kreis (°), der Neugrad durch ein hochgesetztes kleines g (^{g}), der Radiant durch das Zeichen rad bezeichnet. Fehlt ein Zeichen, so ist im Zweifel der Radiant gemeint.

Der Altgrad kann sexagesimal (z. B. 42° 16′ 45″) oder dezimal (z. B. 42,2792°) unterteilt werden. Die Neuminute (^{c}) ist der 100., die Neusekunde (^{cc}) der 10000. Teil des Neugrads.

Bei Bewegungen auf einer Kreisbahn und bei Drehbewegungen wird ein voller Umlauf oder eine volle Umdrehung mit U bezeichnet.

	Rechter Winkel	Altgrad	Neugrad	Radiant	Umlauf
1∟ = ein rechter Winkel . . .	1	90	100	1,570 796	0,25
1° = 1 Altgrad	0,011 11 . .	1	1,111 . . .	0,017 453 29	2,777 . . . 10^{-3}
1^g = 1 Neugrad	0,01	0,9	1	0,015 707 96	2,5 . 10^{-3}
1 rad = 1 Radiant	0,636 6198	57,295 78	63,661 98	1	0,159 155 0
1 U = 1 Umlauf	4	360	400	2π	1

2. W i n k e l t e i l u n g e n b e i M e ß - i n s t r u m e n t e n.

Sehr genaue Winkelteilungen sollten nur in A l t grad mit sexagesimaler Unterteilung oder in N e u grad ausgeführt werden. Bei Instrumenten geringerer Genauigkeit ist häufig die d e z i m a l e Unterteilung des A l t grads zweckmäßig.

3. W i n k e l a n g a b e n i n R e c h e n t a f e l n u n d b e i R e c h e n g e r ä t e n.

Beim Rechnen ist die dezimale Unterteilung der sexagesimalen bei weitem überlegen. In der Astronomie, Nautik und Geodäsie sind zwar Rechenhilfsmittel mit sexagesimaler Unterteilung des Altgrads unentbehrlich; bei den Hilfsmitteln für alle anderen Gebiete jedoch, insbesondere für die Technik und die Schule, empfiehlt sich der Übergang zum A l t grad mit d e z i m a l e r Unterteilung, in selteneren Fällen zum N e u g r a d oder zum rechten Winkel.

Erläuterungen.

Auf dem Gebiete der Winkelteilungen beobachtet man schon seit längerer Zeit eine langsame Entwicklung nach dem Dezimalsystem hin. Die alte Teilung des Kreisumfangs in 360 Grade, die wieder sexagesimal in Minuten und Sekunden unterteilt sind, überwiegt zwar noch; daneben macht sich aber immer stärker das Bestreben geltend, die sexagesimale Unterteilung durch die dezimale zu ersetzen. Da die Frage der Winkelteilung nicht nur für die Schule[2] und alle, die mit Winkelrechnungen zu tun haben, sondern auch für die Hersteller von astronomischen, nautischen, geodätischen, kristallographischen und anderen physikalischen Instrumenten, von Rechentafeln und Rechengeräten von Bedeutung ist, hat sich der AEF in dem vorliegenden Satz die Aufgabe gestellt, Richtlinien für die weitere Entwicklung zu geben. Er hat es für zweckmäßig gehalten, dabei die gebräuchlichen Winkeleinheiten mit ihren Abkürzungen zusammenzustellen.

Z u 1 (W i n k e l e i n h e i t e n): Die Festsetzungen stimmen mit denen in der Liste der mathematischen Zeichen (ETZ 1928, S. 1625; 1932, S. 138) überein. Neu eingeführt ist das Zeichen für den rechten Winkel.

Z u 2 (W i n k e l t e i l u n g e n b e i M e ß i n s t r u m e n t e n): Der AEF hat hier darauf Rücksicht nehmen müssen, daß sich die Hersteller vor allem der kostbaren astronomischen Instrumente nur in bescheidenem Maße umstellen können. In der Astronomie und ebenso in der Nautik läßt sich der sexagesimal unterteilte Altgrad schon deshalb nicht abschaffen, weil die Winkelmessung in einer engen und notwendigen Beziehung zur Zeitmessung steht und an eine Änderung der sexagesimalen Teilung der Z e i t e n nicht gedacht werden kann.

Auch in der Geodäsie und Kristallographie liegen besondere Verhältnisse vor; doch hat sich in der Geodäsie schon seit vielen Jahren neben dem vorzugsweise benutzten Altgrad mit sexagesimaler Unterteilung auch der Neugrad eingeführt.

[1] Bearbeitet von P. Nickel, A. Betz, K. Haußmann, A. Kopff, H. Maurer, J. Wallot.

[2] Vgl. A. S c h ü l k e, Z. math.-naturw. Unterr. Bd. 60, Heft 7.

Noch nicht endgültig

Entwurf 44. Kleine Längen- und Masseneinheiten [1].

1. L ä n g e n e i n h e i t e n : 1 μ (spr. Mikron, My) = 10^{-6} m; 1 mμ (Millimy) = 10^{-3} μ; 1 μμ (Mikromy) = 10^{-6} μ; 1 nμ (Nanomy) = 10^{-9} μ; 1 pμ (Picomy) = 10^{-12} μ.

In der Optik und Kristallographie gebräuchlich ist 1 Å (Ångström) = 0,1 mμ = 10^{-4} μ.

2. M a s s e n e i n h e i t e n :

1 mg (Milligramm) = 10^{-3} g; 1 μg (Mikrogramm) = 10^{-6} g; 1 ng (Nanogramm) = 10^{-9} g; 1 pg (Picogramm) = 10^{-12} g.

Erläuterungen.

1. L ä n g e n e i n h e i t e n : Die kleine Einheit μ = 10^{-6} m ist bequem und auch seit vielen Jahrzehnten in der Metronomie und in der Optik im Gebrauch. Sie entspricht größenordnungsmäßig der Wellenlänge der Strahlung am roten Ende des sichtbaren Spektrums. Die noch kleineren Einheiten leiten sich aus der Einheit μ durch die vom AEF aufgestellten Vorsätze ab. Die nächst kleinere Stufe 1 mμ = 10^{-3} μ wird viel benutzt. Sie ist früher oft und wird noch jetzt manchmal als 1 μμ geschrieben; das widerspricht dem System der Vorsätze und ist, um Verwirrung zu vermeiden, unbedingt zu verwerfen.

Die in der Optik viel gebrauchte Einheit Ångström[2] (Einheitsbezeichnung Å; das auch benutzte Å.-E. = Ångström-Einheit ist unnötig lang und unschön) fällt zwar aus dem oben entwickelten System heraus; es würde aber schwer sein, sie auszurotten.

Dagegen gehört die von S i e g b a h n eingeführte „X-Einheit" (X-E.) überhaupt nicht zum metrischen System; sie ist definiert als der 2814. Teil der Gitterkonstante des Steinsalzes bei 18°. Nach dem heutigen Stande der Messungen ist die X-E. wahrscheinlich um einige Tausendstel größer als $1 \cdot 10^{-3}$ Å = 1 mÅ (Milliångström)[3].

U m r e c h n u n g s t a f e l.

	mm	μ	mμ	Å	mÅ (≈ X-E.)
1 mm	1	10^3	10^6	10^7	10^{10}
1 μ	10^{-3}	1	10^3	10^4	10^7
1 mμ	10^{-6}	10^{-3}	1	10	10^4
1 Å	10^{-7}	10^{-4}	10^{-1}	1	10^3
1 mÅ (≈ 1 X-E.) .	10^{-10}	10^{-7}	10^{-4}	10^{-3}	1

2. M a s s e n e i n h e i t e n : Solange man nicht bis zu Atom- und Molekülmassen hinabsteigt, lassen sich alle vorkommenden Massen bequem durch Einheiten ausdrücken, die mit den vom AEF festgesetzten Vorsätzen aus dem Gramm abgeleitet sind. Es wäre deshalb überflüssig, hier eine neue Zwischeneinheit einzuführen.

[1] Bearbeitet von K. Scheel, E. v. Keltsch und A. Schleede.

[2] Das Å ist ein Laut zwischen a und o.

[3] Vgl. M. S i e g b a h n. Spektroskopie der Röntgenstrahlen. Berlin, Julius Springer 1931, S. 42 und 62.

Bei Präzisionsinstrumenten sollte jedenfalls zu den beiden gebräuchlichen Teilungen (in sexagesimal unterteiltem Altgrad und in Neugrad) keine dritte „Mischteilung" hinzugenommen werden. Neue Teilungen könnten mit den vorhandenen Kreisteilmaschinen im allgemeinen auch gar nicht ausgeführt werden; die Fabriken wären gezwungen, ihre Maschinen in wesentlichen Teilen abzuändern.

Anders liegen die Verhältnisse bei den weniger genauen Winkelmeßinstrumenten, z. B. bei den technischen Instrumenten, bei denen Drehungen der Polarisationsebene des Lichts abgelesen werden. Hier wäre es unzweckmäßig, dem sexagesimalen Prinzip zuliebe beispielsweise den Grad in $4 \cdot 15'$ oder in $6 \cdot 10'$ statt in Zehntel zu unterteilen.

Zu 3 (Winkelangaben in Rechentafeln und bei Rechengeräten): Das Rechnen mit Winkeln wird zweifellos durch die sexagesimale Unterteilung außerordentlich erschwert. Diese Unterteilung bedeutet daher für den Schüler wie für den beruflichen Rechner eine unnütze Belastung; der Gebrauch der Rechenmaschine ist in wirtschaftlicher Weise überhaupt nicht möglich.

Logarithmentafeln und Rechenstäbe mit sexagesimaler Unterteilung sollten daher im Laufe der Zeit durch Tafeln und Stäbe mit dezimaler Unterteilung ersetzt werden. Die sexagesimale Unterteilung hat nur in speziellen Tafeln für Astronomen, Nautiker und Geodäten Daseinsberechtigung. In der Astronomie werden die Beobachtungsergebnisse schon seit längerer Zeit zunächst in Dezimalteile umgerechnet und dann in der dezimalen Form weiterverarbeitet.

Zum Neugrad sollte man nur in besonderen Fällen übergehen. Der Altgrad hat den Vorteil, daß wichtige Winkel, wie z. B. 15 °, 30 °, 60 °, in einfacher Form angegeben werden können. Auf der anderen Seite irrt man sich beim Altgrad etwas leichter als beim Neugrad, wenn man Vielfache des rechten Winkels zu addieren oder Ergänzungswinkel zu 90 °, 180 ° usw. zu bilden hat.

Verschiedentlich ist vorgeschlagen worden, den Vollwinkel als Einheit zu nehmen und ihn etwa in 1000 Teile zu unterteilen. Dieser Vorschlag hat etwas Bestechendes. Er bringt auch gewisse praktische Vorteile, z. B. wenn es sich um mehrere Vollwinkel und Bruchteile von ihnen handelt. Die Nachteile des Vorschlags überwiegen jedoch. Er trägt vor allem der ausgezeichneten Rolle, die der rechte Winkel bei den trigonometrischen Funktionen spielt, allzu wenig Rechnung. Wenn dem rechten Winkel die Zahl 0,250 entspricht, so ist dies vom praktischen Standpunkt aus noch unbequemer, als wenn ihm die Zahl 90 entspricht. Außerdem kann man für den allgemeinen Gebrauch unmöglich zu den schon vorhandenen Teilungsmöglichkeiten noch eine weitere hinzufügen. Der Gebrauch des Zeichens U für den Umlauf oder die Umdrehung wird durch diese Bemerkungen natürlich nicht berührt.

Die Einheit Radiant (das „Bogenmaß") entspricht der allgemein angenommenen Definition des Winkels als des Verhältnisses des Bogens zum Halbmesser. Sie liegt daher ganz überwiegend den in Wissenschaft und Technik verwendeten Zahlenwertgleichungen zugrunde. Für Zahlenrechnungen empfiehlt sich der Radiant nur bei vereinzelten kurzen Rechnungen, insbesondere dann, wenn Reihenentwicklungen benutzt werden. Für Rechnungen mit Kreisfunktionen nicht spitzer Winkel ist er äußerst unzweckmäßig. Kleine Winkel, z. B. kleine Verlustwinkel, werden häufig besonders bequem auf den Radiant bezogen.

Das Zeichen rad kann weggelassen werden. Reihenentwicklungen wie

$$\sin \alpha = \alpha - \frac{\alpha^3}{3!} + \cdots$$

wird man im allgemeinen ohne Benutzung des Zeichens rad schreiben.

Der AEF gibt hierunter eine Anzahl Tafeln an, bei denen der dezimal unterteilte Altgrad, der Neugrad oder der rechte Winkel verwendet ist. Wenn nichts andres vermerkt ist, enthalten die Tafeln in erster Linie die Logarithmen der Kreisfunktionen.

Tafeln mit dezimal unterteiltem Altgrad.

Dreistellig (Schritt 0,1 °):
- J. Peters (Berlin, Stankiewicz).

Vierstellig (Schritt 0,1 °):
- C. Bremiker (3. Aufl., Berlin 1907, Weidmann);
- J. Brunn (9. Aufl., Münster i. W. 1930, Aschendorff);
- Ph. Lötzbeyer (4. u. 6. Aufl., Leipzig 1930, Teubner);
- H. Martens (2. Aufl., Leipzig 1929, Teubner);
- A. Schülke (21. Aufl., Leipzig 1932, Teubner);
- M. Zacharias u. P. Meth (Berlin 1927, de Gruyter);
- L. M. Milne-Thomson u. L. J. Comrie (London 1931, Macmillan).

Fünfstellig (Schritt 0,01 °):
- C. Bremiker (16. Aufl., Berlin 1925, Weidmann); mit Zusatztafel von M. v. Rohr (Schritt zwischen 0 ° u. 5 ° 0,001 °, Berlin 1900, Weidmann);
- C. Bremiker (16. Aufl., Berlin 1925, Weidmann);
- O. Lohse (natürl. Werte, Leipzig 1909, Engelmann);
- F. A. Westrick (8. Aufl., Münster i. W. 1926, Aschendorff).

Sechsstellig (Schritt 0,001 °):
- J. Peters (Berlin 1921, Landesaufnahme).

Siebenstellig (Schritt 0,001 °):
- J. Peters (Berlin 1921, Landesaufnahme);
- J. Peters (natürl. Werte, Leipzig 1918, Teubner).

Zehnstellig (Schritt 0,001 °):
- J. Peters (Berlin 1921, Landesaufnahme).

Tafeln mit Neugrad oder Dezimalteilen des rechten Winkels.

Fünfstellig (Schritt $0{,}01^{g}$ oder $0{,}0001^{\llcorner}$):
- F. Balzer u. H. Dettwiler (natürl. Werte, Stuttgart 1919, Wittwer);
- F. G. Gauß (Schritt $0{,}1^{g}$, 5. u. 6. Aufl., Stuttgart 1926, Wittwer);
- H. Gravelius (Berlin, Reimer);
- N. Jadanza u. E. Hammer (natürl. Werte, Stuttgart 1909, Wittwer);
- G. Steinbrenner (natürl. Werte, Braunschweig 1917, Grimme, Natalis & Co.).

Sechsstellig (Schritt $0{,}01^{g}$ oder $0{,}0001^{\llcorner}$):
- W. Jordan u. O. Eggert (Schritt zwischen 20^{g} u. 50^{g} nur $0{,}1^{g}$, 4. Aufl., Stuttgart 1931, Wittwer);
- J. Peters (natürl. Werte, Berlin 1930, Wichmann).

Tafeln der Kreis- und Hyperbelfunktionen komplexen Arguments mit dezimaler Unterteilung.
- R. Hawelka (vierstellig, Schritt $0{,}02^{\llcorner}$, Berlin 1931, Elektrotechn. Verein);
- A. E. Kennelly (vierstellig, Schritt $0{,}05^{\llcorner}$, Cambridge 1914, Harvard University Press).

Noch nicht endgültig

Entwurf 46. Sonderliste der Formelzeichen für die Leitungstechnik[1].

Zeichen	Bedeutung	Bemerkung
R	Widerstand je Längeneinheit	Ist eine Unterscheidung verschiedener Größen notwendig, so kann diese durch Hinzufügung von Kennziffern oder eines Apostrophs gekennzeichnet werden.
G	Ableitung je Längeneinheit	
L	Induktivität je Längeneinheit	
C	Kapazität je Längeneinheit	
Z	Stoß-Wellenwiderstand einer Leitung $(= \sqrt{L/C})$	
σ	Verzerrung je Längeneinheit $\left(= \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} - \frac{G}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}\right)$	
$\mathfrak{U}$ $(\overline{U})$	Leitungsspannung, Spannung am Vierpol	
$\mathfrak{I}$ $(\overline{I})$	Leitungsstrom, Strom am Vierpol	
$\mathfrak{Z}$	Kennwiderstand eines Vierpols, Wellenwiderstand einer Leitung $\left(= \frac{\text{Wellenspannung}}{\text{Wellenstrom}}\right)$	
γ	Fortpflanzungskonstante einer Leitung	
g	Fortpflanzungsmaß einer Leitung, Übertragungsmaß eines Vierpols	
β	Dämpfungskonstante	
b	Dämpfungsmaß, Dämpfung	
α	Phasenkonstante, Winkelkonstante	
a	Phasenmaß, Winkelmaß	
$\mathfrak{p}$ (p)	Reflexionsfaktor	
$\lambda \left(= \frac{2\pi}{\alpha}\right)$	Wellenlänge	
$\mathfrak{R}$	Komplexer' Scheinwiderstand	
$\mathfrak{W}$ $(\mathfrak{S})$	Komplexer Eingangswiderstand einer Leitung oder eines Vierpols	
$\mathfrak{W}_L$ $(\mathfrak{L})$	Leerlaufwiderstand	
$\mathfrak{W}_K$ $(\mathfrak{P})$	Kurzschlußwiderstand	

[1] Bearbeitet von F. Moench, J. Wallot, H. Barkhausen, K. Küpfmüller, O. Löbl, C. Trettin.

Zeichen	Bedeutung	Bemerkung
$\varepsilon = \operatorname{arc\,tg} \frac{R}{\omega L}$, $\delta = \operatorname{arc\,tg} \frac{G}{\omega C}$	Verlustwinkel der Leitung	
$\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C}, \mathfrak{D}$	Vierpolparameter	
D	Vierpoldeterminante	
$\ddot{u} = \sqrt{\frac{\mathfrak{Z}_1}{\mathfrak{Z}_2}}$	Übersetzung eines Vierpols	
f_0	Grenzfrequenz einer Spulen- oder Kondensatorleitung	
f_1 und f_2	Grenzfrequenzen eines Bandpasses	
f_a und f_z	untere und obere Frequenzgrenze des nutzbaren Übertragungsbereiches (Eckfrequenzen)	
$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$	Kopplung eines Übertragers	
τ	Zeitkonstante	
s	Spulenabstand bei einer Pupinleitung (Spulenfeldlänge)	
g_B	Betriebsfortpflanzungsmaß	
b_B	Betriebsdämpfung	$s_B = -b_B$ Betriebsverstärkung
s_B	Betriebsverstärkung	
a_B	Betriebsphasenmaß, Betriebswinkelmaß	
p	Pegel (Leistungs-, Strom- oder Spannungspegel)	
$b_N (b_n)$	Nebensprechdämpfung	
s_p	Pfeifgrenze (Grenzverstärkung)	
b_p	Pfeifdämpfung	
b_E	Echodämpfung	
$\mathfrak{N}$	Nachbildwiderstand	
e_1	Erdkapazitätsdifferenz der Adern des Stammes 1	
e_2	Erdkapazitätsdifferenz der Adern des Stammes 2	
e_3	Erdkapazitätsdifferenz der Zweige 1 und 2 des Vierers	
k_1	Kopplung zwischen Stamm 1 und Stamm 2 eines Vierers	
k_2	Kopplung zwischen Stamm 1 und dem zugehörigen Vierer	
k_3	Kopplung zwischen Stamm 2 und dem zugehörigen Vierer	
k_4	Kopplung zwischen 2 Vierern	
k_5	Kopplung zwischen I_1/II	zwischen einem Stamm eines Vierers und dem Nachbarvierer
k_6	Kopplung zwischen I_2/II	
k_7	Kopplung zwischen I/II_1	zwischen einem Vierer und einem Stamm des Nachbarvierers
k_8	Kopplung zwischen I/II_2	
k_9	Kopplung zwischen I_1/II_1	zwischen Stammleitungen benachbarter Vierer
k_{10}	Kopplung zwischen I_1/II_2	
k_{11}	Kopplung zwischen I_2/II_1	
k_{12}	Kopplung zwischen I_2/II_2	

LITERATUR.

Besprechungen.

Röntgenstrahlen u. Struktur der Materie. Von H. Kulenkampff. (Schriftenreihe Deutsches Museum, 3. Jahrg., H. 2.) Mit 32 Abb. u. 47 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1931. Preis geh. 1 RM, f. VDI-Mitgl. 0,90 RM.

Der Verfasser behandelt den Stoff in 6 Abschnitten. In einer Einleitung wird auf die Entdeckung W. C. Röntgens hingewiesen und deren Bedeutung für Medizin, Physik und Technik. Die „Natur der Röntgenstrahlung" wird als elektromagnetische Wellenstrahlung erklärt, im Gegensatz zur Korpuskularstrahlung (z. B. Kathodenstrahlen). Die Materialdurchstrahlung wird angeführt, die in der Guß- und Schweißtechnik immer mehr Bedeutung erlangt. Zur Untersuchung des Feinaufbaues der Materie wird die „Interferenz der Röntgenstrahlen" angeführt, die durch den kristallinen Aufbau fast der gesamten Materie erklärt wird. Es werden Laue- und Debye-Scherrer-Aufnahmen im Bild gezeigt und ihre Entstehung erklärt. Die Erforschung des Baues und der Anordnung der Moleküle mit Hilfe der Röntgenstrahlen wird erläutert. Unter „Röntgenspektren und chemische Analyse" wird der Aufbau der Atome beschrieben und die Verwendung der Röntgenstrahlen zur chemischen Analyse erklärt. Auch wird erwähnt, daß mit dieser Methode einige neue Elemente gefunden wurden.

Die Schrift gibt einen allgemeinen Überblick und ist allgemeinverständlich gehalten. Wenn auch die Darstellung an manchen Stellen zu wünschen übrig läßt, so kann die Schrift dennoch als angenehme Lektüre empfohlen werden. Ein Literaturanhang wäre nützlich gewesen und hätte den Wert der Schrift gesteigert.

K. W. Müller.

Physikalisches Handwörterbuch. Herausg. v. A. Berliner u. K. Scheel. 2. Aufl. Mit 1114 Textfiguren, VI u. 1428 S. in 4°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 96 RM, geb. 99,60 RM.

Der 1. Auflage dieses Werkes ist bereits nach 7 Jahren die zweite gefolgt, ein Beweis dafür, daß ein Bedürfnis befriedigt wurde. Der Umfang ist von 57 auf 90 Bogen angewachsen. An der neuen Auflage sind 93 Autoren beteiligt, durchweg bekannte Vertreter ihres Spezialgebiets, darunter zahlreiche Angehörige der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Der Benutzer gewinnt bereits bei der Durchsicht des Mitarbeiterverzeichnises die Gewißheit, daß er sich mit Vertrauen auf die Angaben des Buches stützen kann, um so mehr als zwei führende Organisatoren der physikalischen Literatur für das Ganze verantwortlich zeichnen.

Wer je mit der Organisation von Sammelwerken zu tun hatte, kennt die außerordentlichen Schwierigkeiten eines solchen Unternehmens, die in der Gefahr größerer Überschneidungen, der noch bedenklicheren Gefahr von Lücken, in der Säumigkeit einzelner Mitarbeiter liegen. Einen großen Mitarbeiterstab zu einheitlichem Wirken zusammenzufassen, erfordert ein ungewöhnliches Maß an Organisationstalent, Sach- und Personenkenntnis und Energie. Diesen Anforderungen haben die Herausgeber so gut entsprochen, wie es nur irgend möglich ist, und ihr Wirken ist beim Studium des Werkes deutlich zu erkennen. Wenn eine absolute Homogenität bei einer so großen Mitarbeiterzahl nicht zu erreichen war, so liegt das in der Natur der Sache. Die Behandlung der einzelnen Stichwörter durch ihre Bearbeiter ist durchweg vortrefflich gelungen und liefert eine das Wesentliche treffende Information.

Eine Hauptsorge für die Herausgeber eines solchen Werkes ist die Aufstellung des Stichwörterverzeichnisses. Vergleicht man die in diesem Handwörterbuch behandelten Begriffe mit denjenigen in einem der älteren Werke, so fällt besonders auf, daß die unzähligen Kuriositäten und scheinbaren Paradoxa, die früher einen großen Platz beanspruchten, fast durchweg mit Recht verschwunden sind. Die Physik hat sich seitdem zu einem weitgehend geschlossenen Bau entwickelt, und das prägt sich auch in der Auswahl der Stichwörter aus. Neben der reinen Physik sind die Nachbargebiete, insbesondere die Technik, physikalische Chemie, Geophysik, Meteorologie, Astrophysik, Physiologie und Philosophie in beschränktem Umfange mit berücksichtigt. Sehr wertvoll sind die zahlreichen Literaturnachweise.

Bei der Anlage eines Handwörterbuchs ist die Frage zu entscheiden, ob die Stichwörter in der Regel sogleich an ihrem Ort besprochen werden sollen, oder ob man es in vielen Fällen vorziehen will, auf ein anderes Stichwort zu verweisen, bei dem der betreffende Begriff unter einem allgemeineren Gesichtspunkt mitbehandelt wird. Das erste Verfahren erleichtert oft die Benutzung, das zweite spart Raum. Beide Verfahren haben ihre Vorteile und Nachteile. Im vorliegenden Falle haben sich die Herausgeber im allgemeinen für das erste Verfahren entschieden.

Kein Physiker kann heute noch den Gesamtbereich seiner Wissenschaft beherrschen. Die Literatur steht dem Einzelnen nur in beschränktem Umfange zur sofortigen Verfügung. So wird jeder Physiker die Existenz dieses Handbuches mit Freude begrüßen. Es ist aber nicht nur als Nachschlagewerk wertvoll. Schon ein Durchblättern ist ein überaus anregendes Unternehmen, weil man auf Schritt und Tritt auf interessante Fragen aufmerksam gemacht wird, denen man bisher kaum Beachtung schenkte. Von besonderem Wert ist das Werk natürlich auch für jeden Nichtphysiker, insbesondere für jeden Ingenieur, der eine zuverlässige Auskunft über einen physikalischen Begriff erhalten will. Bei aller wissenschaft-

lichen Strenge ist das Werk doch so gehalten, daß der Kreis der Benutzer weit über den Kreis der Naturwissenschafter hinausgehen kann. Es wird in keiner öffentlichen Bibliothek entbehrt werden können.

Mit der Schaffung dieses Werkes haben sich die Herausgeber ein großes Verdient um die physikalische Wissenschaft erworben. Ebenso auch der Verlag, der den Optimismus besessen hat, in der heutigen Notzeit das Werk in einer mustergültigen Ausstattung erscheinen zu lassen. W. Westphal, Berlin.

Dauerversuche über die Korrosion von Kondensatorrohren im Betrieb. Sitzung des Maschinentechn. Ausschusses der Vereinigung der Elektrizitätswerke e.V. am 9. X. 1931 i. Hamburg. Zu bez. dch. d. Vereinigung d. Elektrizitätswerke e. V., Berlin.

Von Dipl.-Ing. Phil. Reuter, Essen, wird über einen wissenschaftlich geführten Großbetriebsversuch über Korrosionserscheinungen in Kondensatorrohren verschiedener Legierung und Herkunft berichtet. Besonders wichtig ist das Ergebnis des verschiedenen Verhaltens gleicher Legierungen unter genau den gleichen Betriebsbedingungen. Im übrigen scheint das Korngefüge auf die Korrosionsbeständigkeit von Einfluß zu sein. Dieser Bericht über die groß angelegten Versuche des RWE soll zu weiterer Gemeinschaftsarbeit in der Klärung der Korrosion der Kondensatorrohre anregen, die nur der Betriebsversuch, nicht der Laboratoriumsversuch, wie auch auf der letzten „Korrosionstagung" betont wurde, bringen kann. Die Sammlung der Ergebnisse solcher Versuche hat der Maschinentechnische Ausschuß der VDEW übernommen. Przygode.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die International Telephone & Telegraph Co. im Geschäftsjahr 1931. — Von den Betriebsgesellschaften des amerikanischen Konzerns der International Telephone & Telegraph Co. waren im Jahre 1931 durch die Wirtschaftskrise die dem Drahttelegrammverkehr dienenden Land- und Seetelegraphengesellschaften am meisten in Mitleidenschaft gezogen.

Telegraphengesellschaften.

Name der Gesellschaft	Einnahmen aus dem Verkehr gegenüber Vorjahr
Postal Telegraph System	— 8 %
Commercial Cable Co.	— 19,4 %
All America Cables	— 29,3 %
Mackay Radio	+ 17 %

Unter den großen Telegraphengesellschaften — über die im Seekabeldienst zwischen Nordamerika und Asien tätige Commercial Pacific Cable Co. bringt der Bericht keine Betriebsergebnisse — hat die Postal Telegraph die geringste Einbuße erlitten. Über ihre Linien wickelt sich ein Teil des Landtelegrammverkehrs der Vereinigten Staaten ab, der in der Hauptsache von der außerhalb der International Telephone & Telegraph Co. stehenden, auch im Seekabelwesen tätigen Western Union Telegraph Co. besorgt wird. Ohne Zweifel hat der private Telegrammdienst in der gesamten Inanspruchnahme der Postal sich als eine starke Stütze erwiesen und das Geschäftsergebnis günstig beeinflußt.

In der Technik der Telegrammübermittlung der Postal Telegraph hat sich während der letzten 10 Jahre in weitem Umfange der Übergang vom Morsesystem zum leicht zu bedienenden Fernschreiber vollzogen, durch den sie heute 90 % ihres gesamten Telegrammverkehrs erledigt. Während des Jahres 1931 wurden 1939 neue Fernschreibeapparate in Betrieb genommen, die die Gesamtzahl der Fernschreiber der Postal Telegraph auf 9339 erhöhten. Auch in privaten amerikanischen Geschäftskreisen hat sich der Fernschreiber weitgehend eingeführt; von der Gesamtzahl hat die Postal Telegraph 5149 Apparate in den Büros ihrer Kunden angeschlossen.

Bei den beiden anderen Telegraphengesellschaften, die hauptsächlich dem Geschäftsverkehr dienen, haben sich größere Einnahmeausfälle ergeben, die bei der den Seekabeldienst mit Europa versehenden Commercial Cable Co. sich in engeren Grenzen hielten, als bei der die Telegrammübermittlung zwischen Nord-, Mittel- und Südamerika besorgenden All America Cables. Da die Unterseekabel im wesentlichen durch das Exportgeschäft beansprucht werden, kommt in diesen Zahlen der Rückgang der Umsätze des amerikanischen Außenhandels zum Ausdruck, der im Vergleich zu 1930 gegenüber Europa 33 %, gegenüber Mittel- und Südamerika 38 % betrug. Zum Unterschied von den Draht-Telegraphengesellschaften konnten die bedeutendsten Konzernunternehmungen für die drahtlose Telegrammübermittlung, die Mackay-Radiogesellschaften, die ihre Verbindungen auch 1931 stark ausgebaut haben, eine Einnahmesteigerung um 17 % erzielen.

	Von der I. T. & T. Co. betriebene Sprechstellen		Insgesamt vorhandene Sprechstellen Anfang 1931
	Anzahl Anfang 1932	Änderung gegen Vorjahr	
Insgesamt	769 920	+ 82 000	—
davon in:			
Argentinien	246 403	+ 10 000	303 000
Spanien	242 152	+ 30 000	212 000
Chile	38 887	— 612	48 687
Peru	11 673	+ 870	13 745
Mexiko	40 812	+ 1 300	92 059
Cuba	54 184	— 12 889	68 476
Schanghai	38 428	+ 2 996	35 432
Rumänien	rd. 50 000	+ 50 000	rd. 50 000
Brasilien	11 408	*	162 674

* keine Angaben.

Günstiger waren die Geschäftsergebnisse der Fernsprechbetriebsgesellschaften, die insgesamt gegen das Vorjahr Betriebsreineinnahmen von + 15,5 % ausweisen konnten. Die vom Konzern betriebenen Sprechstellen haben per Saldo eine Zunahme von rd. 82 000 erfahren, von denen aber die Mehrzahl von rd. 50 000 nicht auf neuangeschlossene Stellen, sondern auf die Anfang 1931 erfolgte Übernahme des rumänischen Fernsprechnetzes entfällt. Neue Anschlüsse sind in der Zwischenzeit in Rumänien offenbar nicht zu verzeichnen, dagegen wurde die Modernisierung des Fernsprechnetzes in Angriff genommen, durch die zunächst eine Verbesserung des Fernsprechweitverkehrs innerhalb Rumäniens sowie eine Erweiterung der internationalen Verkehrsverbindungen erzielt worden ist. Die vorstehende Aufstellung gibt die Veränderung in der Zahl der Fernsprechteilnehmer derjenigen Länder, über die der Bericht Angaben bringt — es fehlen Costa Rica und Uruguay —. Am auffallendsten ist der Rückgang in Cuba. Aus dem Vergleich mit der Zahl der insgesamt vorhandenen Sprechstellen, die erst für Anfang 1931 vorliegen, kann man den Anteil der International Telephone & Telegraph Co. am Gesamtfernsprechwesen der betreffenden Länder ersehen.

Umsatz der Fabrikationsgesellschaften.

	1930 in 1000 RM	1931 in 1000 RM	1931 gegen 1930 in %
Insgesamt *	337 357	257 502	— 23,7
davon:			
International Standard Electric Corp.	255 982	191 121	— 25,3
europ. Gesellsch. außerh. d. Int. Stand. El. Co.	81 375	66 381	— 18,4

* ohne Federal-Kolster-Gruppe.

Bei den Fabrikationsgesellschaften ist eine Umsatzverminderung um durchschnittlich rd. 24% eingetreten, die außer durch Preisrückgänge und Valutaentwertung hauptsächlich durch die Einschränkungen im Ausbauprogramm seitens der behördlichen und privaten Besteller herbeigeführt wurde. Die deutschen Fabrikationsinteressen des Konzerns bilden den Hauptanteil der letzten Gruppe der Aufstellung (Rückgang 18,4 %). Aus der Tätigkeit der Fabrikationsgesellschaften, die an den Konzern selbst noch nicht 20 % des Gesamtabsatzes lieferten, ist die Einrichtung von 340 450 Selbstanschlußstellen hervorzuheben, die die Installationen des Vorjahres in Höhe von 301 868 Stellen noch übertroffen haben.

In den Gesamtumsatzzahlen ist der neuste fabrikatorische Stützpunkt des Konzerns nicht einbegriffen, der, während alle übrigen Fabrikationsunternehmungen im Ausland ihren Sitz haben, als einziger in den Vereinigten Staaten selbst liegt. Hierbei handelt es sich um die 1931 übernommene Federal Telegraph Co., eine Tochtergesellschaft der Kolster Radio Corp. Dadurch hat sich die übernehmende Konzerngruppe, die Mackay Radio, ihre bisher schon wesentlichste Versorgungsbasis für drahtloses Nachrichtengerät gesichert. Mit dieser Transaktion war die Erwerbung einer Majorität an einer anderen Tochtergesellschaft der Kolster Radio Corp. verbunden, nämlich der Kolster Brandes Ltd. in Kent, des größten Produzenten von Radiogerät in England. *H. W.*

Bezugsquellenverzeichnis.

Frage 32: Wer fertigt in weiten Grenzen frequenzunabhängige Trockengleichrichter für Meßgeräte an?

Abschluß des Heftes: 26. August 1932.

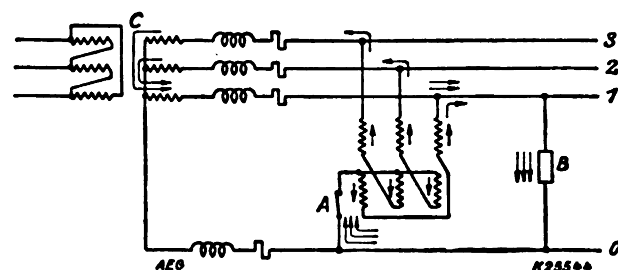
Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Entlastung des Nulleiters durch Zickzack-Drosselspulen.

Mitteilung der AEG.

Elektrische Haushaltgeräte, wie elektrische Herde, Warmwasserspeicher, Eisschränke, Küchenmotoren usw. werden meistens einphasig angeschlossen und belasten den Nulleiter oft in unzulässiger Weise. Solange der Niederspannungs-Stromverbrauch hauptsächlich aus Lichtstrom bestand, erzielte man infolge der Gleichzeitigkeit des Verbrauches einen guten, mindestens aber genügenden Ausgleich der Belastungen verschiedener Phasen. Nulleiter geringen Querschnittes waren daher im allgemeinen ausreichend. Die Benutzung von Koch- und Heizgeräten hängt dagegen weit weniger als die Beleuchtung von der Tageszeit ab; sie ist je nach der



A = Schalter, *B* = Einphasen-Verbraucher, *C* = Transformator.

Abb. 1. Resultierender Verlauf des Einphasenstromes bei eingeschalteter Zickzack-Drosselspule.

Eigenart der Haushalte erheblichen Zeitunterschieden unterworfen. Es kommt noch hinzu, daß bei diesen Geräten unter ungünstigen Umständen bedeutende Einphasenlasten auftreten können. Großer Spannungsabfall und hohe Stromwärmeverluste sind die natürliche Folge eines derartigen unausgeglichenen Betriebes.

Die naheliegende aber unvollkommene Abhilfe besteht in der nachträglichen Verstärkung des vorhandenen Nulleiters; sie ist in der Regel mit erheblichen Anschaffungs- und Montagekosten verknüpft, besonders bei Kabelnetzen, und meist wenig wirksam, weil nur der ohmische, nicht aber der induktive Leitungswiderstand vermindert wird. Als günstigere Lösung wird von der AEG die Verwendung von Zickzack-Drosselspulen empfohlen, die jeden Nulleiterstrom in die Phasenleiter überführen. Hierdurch wird eine vorhandene Einphasenlast auf mehrere Phasen verteilt, so daß die durch den einphasigen Verbrauch entstehende Unsymmetrie beträchtlich gemildert und somit das Spannungsdreieck nur wenig verzerrt wird; außerdem wird dem Einphasenstrom durch die Verteilung auf mehrere Leiter, die in der Regel stärker sind als der Nulleiter, ein größerer Querschnitt zur Verfügung gestellt. Spannungs- und Stromwärmeverluste werden also herabgesetzt. Die Ersparnis an Verlusten beträgt in der Regel über 50%*).

Die Wirkung der Zickzack-Drosselspule wird durch ihre besondere Schaltung erzielt (Abb. 1). Während eine sterngeschaltete Drosselspule dem Durchtritt von Nullpunkt- oder Nulleiterströmen wegen ihrer Drosseleigenschaft beträchtlichen Widerstand entgegensetzt bzw. sie bedeutend schwächt, ist der Widerstand der Zickzack-Drosselspule gegen Nulleiterströme sehr klein, weil für symmetrisch aufgeteilte Nullpunktströme die Amperewindungen Schenkel für Schenkel im Gleichgewicht sind. Ein Drittel des Stromes wird dem Einphasenverbraucher von der Zickzack-Drosselspule unmittelbar zugeführt, je ein weiteres Drittel nimmt seinen Weg von der Zickzack-Drosselspule über einen der beiden nicht einphasig belasteten Leiter zum Transformator und von hier aus gemeinschaftlich über den einphasig belasteten Leiter zum Verbraucher; der Nulleiter zwischen Transformator und Drosselspule erscheint ganz entlastet, was sich jedoch praktisch nicht genau erfüllen läßt, weil die Zickzack-Drosselspule mit Verlusten behaftet ist. Der verbleibende Reststrom ist um so geringer, je kleiner die Drosselspulenverluste im Verhältnis zu den übrigen Verlusten der Leitung sind; im allgemeinen ergeben sich — wie Versuche bestätigt haben — Restströme in der Größe von etwa 2 bis 3% des Einphasenstromes. Die praktische Anwendung in einem Netz mit stark wechselnden Einphasenlasten hat die gehegten Erwartungen erfüllt.

Abb. 2 zeigt den Stromverlauf bei mehreren Einphasenverbrauchern; die Zickzackspule nimmt in diesem Fall den aus den drei Einphasenströmen resultierenden Strom auf; dabei ist nur das kurze Stück des Nulleiters in der Nähe der Drosselspule mit Strömen belastet, die Zuleitung vom Generator- bzw. Transformator-Nullpunkt ist praktisch stromlos. Es ergibt sich, daß das beschriebene Nullpunktgerät nicht nur dann am Platze ist, wenn die Einphasenlast eines Verbrauchers den etwa vorhandenen Nulleiter vollkommen überlasten würde, vielmehr ermöglicht das Gerät den Anschluß von Einphasenverbrauchern auch dann, wenn überhaupt kein Nulleiter vorhanden ist; von dieser Möglichkeit wird man vor allem beim Anschluß abgelegener Verbraucher mit schlecht ausgenutzten Stichleitungen Gebrauch machen. Entweder wird man an der Abzweigstelle eine Zickzackspule anordnen und die Stichleitung zweidrähtig ausführen oder die Zickzackspule wird, wenn dreiphasiger Anschluß z. B. mit Rücksicht auf größere Motoren nicht zu umgehen ist, beim Verbraucher aufgestellt, um den meist mit Phasenspannung betriebenen Haushaltverbrauch anzuschließen. In beiden Fällen wird die Zahl der für die Stichleitung erforderlichen Leiter um einen vermindert, da der Nulleiter nicht mitgeführt zu werden braucht.

Die Leistung der Zickzackspule hängt von der Größe des aufzuteilenden Einphasenverbrauches bzw. vom Höchstwert des dem Spulennullpunkt zugeführten Stromes ab; während die von der Spule umgesetzte Leistung sich aus dem Produkt Phasenspannung × Nullpunktstrom errechnet, beträgt die Typenleistung wegen des Fehlens einer Sekundärwicklung und unter Berücksichtigung der Zickzackschaltung

$$\frac{\text{Phasenspannung} \times \text{Nullpunktstrom}}{\sqrt{3}}.$$

Die Erdungs-Drosselspule kann als Spannungsregler in Sparschaltung (DRP angemeldet) ausgeführt werden, sie dient dann gleichzeitig dem Belastungsausgleich und

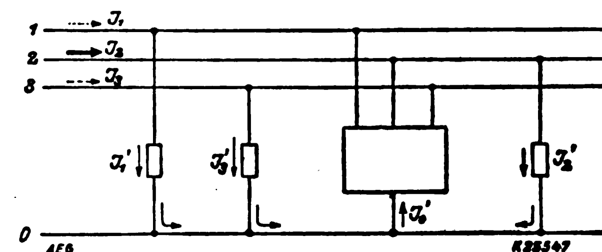


Abb. 2. Stromlaufschema für unsymmetrische Belastung.

in Netzen mit verhältnismäßig hoher Belastung der Spannungskonstanz.

Eine besondere Sicherung der Drosselspulen wird sich häufig erübrigen, da ihr Sicherheitsgrad wenigstens gleich dem der Leitungsanlage ist. Falls man Vorkehrungen gegen Überlast durch Einphasenstrom treffen will, genügt eine Sicherung im Nullpunktanschluß der Spule. Bei einphasigen Netzkurzschlüssen und dergleichen spricht der Überstromschutz des Transformators an und schaltet die gefährdete Anlage ab. Die Nullungsbedingungen (V.E.S. 1/1930 § 3 d, 7 bzw. L.E.S. 1/1932 § 11) sind zu beachten; sie werden erfüllt durch Einbau eines AEG-Stations-Schalters**).

*) s. AEG-Mitteilungen 1932, Heft 2, S. 57.
**) s. AEG-Druckschriften Sa/V 396 und 399.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 15. September 1932 | Heft 37

Versuche über den Einfluß der Quecksilber-Dampfdichte im Anodenraum auf den Spannungsabfall beim Quecksilber-Lichtbogen.

Von **E. Kobel**, Ennetbaden (Schweiz).

Übersicht. Es werden Versuchsergebnisse mitgeteilt, aus denen hervorgeht, daß der Spannungsabfall beim Quecksilber-Lichtbogen von der Hg-Dampfdichte im Hülsenraum und namentlich in Gitter- und Anodennähe abhängig ist. Die Hg-Dampfdichte und damit der Spannungsabfall wird bei Anwesenheit eines Gitters durch die Fixierung des Kathodenflecks und durch die Temperatur der Hülse und des Gitters beeinflußt. Durch Einblasen von Hg-Dampf kann sowohl die Erhöhung des Bogenabfalles durch die Fixierung des Kathodenflecks als auch die Temperaturabhängigkeit fast gänzlich aufgehoben werden.

Einleitung.

Aus der Fachliteratur ist seit längerer Zeit bekannt, daß die Hg-Dampfdichte vor den Anoden der Hg-Dampfgleichrichter für die Rückzündungssicherheit derselben von größter Bedeutung ist[1]. Bei neueren, noch nicht veröffentlichten Versuchen im Forschungslaboratorium der AG. Brown, Boveri & Cie. wurde außerdem festgestellt, daß die Hg-Dampfdichte außer für die Rückzündungssicherheit auch auf die Sperrwirkung der Gitter bei gesteuerten Gleichrichtern einen maßgebenden Einfluß ausübt. Sowohl für große Rückzündungssicherheit als auch für gute Sperrwirkung der Anodengitter wäre somit eine möglichst geringe Hg-Dampfdichte in Anoden- und Gitternähe anzustreben. Die im folgenden beschriebenen Versuche, welche im Jahre 1929 durchgeführt wurden, zeigen nun, daß eine beliebige Verringerung der Hg-Dampfdichte im Hülsenraum und namentlich in Gitter- und Anodennähe nicht ohne weiteres zulässig ist, weil bei starker Dampfverdünnung der Spannungsabfall unzulässig hoch ansteigt, wodurch leicht Überspannungen erregt werden.

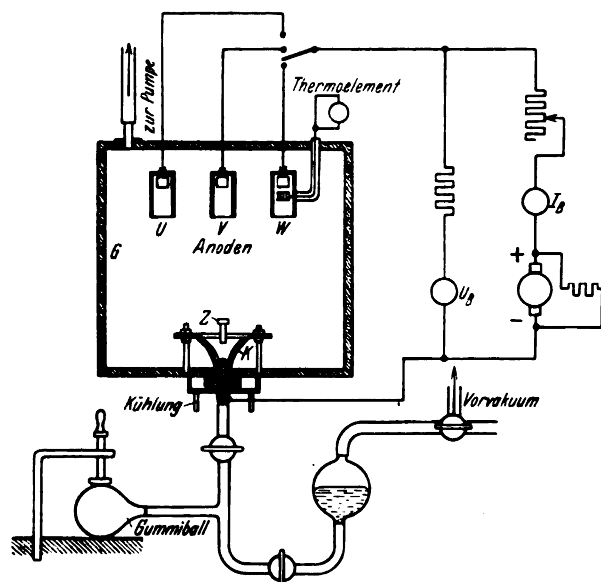


Abb. 1. Versuchseinrichtung.

Beschreibung der Versuchseinrichtung (Abb. 1).

Auf einem Glaszylinder ist eine Anodenplatte mit drei auf einem Teilkreis angeordneten Anoden aufgekittet. Eine der 3 Anoden ist mit einem Steuergitter nach Abb. 2 ausgerüstet. Das Gitter ist von der Anodenhülse isoliert und besitzt eine Zuleitung mit einer besonderen Durchführung durch die Anodenplatte. Die Anodenhülse selbst ist außen mit einer Heizspirale aus Chronindraht versehen zwecks beliebiger zusätzlicher Heizung dieser Hülse. Die Temperatur des Gitters wird mittels Thermoelements gemessen. Die Heizwicklung der Hülse ist außen mit einem Nickelblechzylinder als Strahlungsschutz umgeben. Die beiden andern Anodenhülsen besitzen kein Gitter und keine Heizwicklung, sind aber im übrigen genau gleich bemessen. Der Glaszylinder mit Anodenplatte und Anoden ist ebenfalls mittels Picein auf eine eiserne Grundplatte vakuumdicht und etwas exzentrisch zur Kathodenmitte aufgekittet. Die Kathode besteht, wie Abb. 1 zeigt,

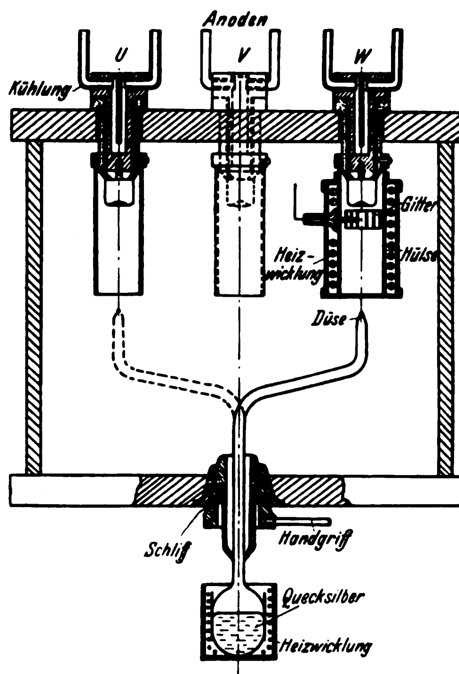


Abb. 2. Anoden und Zuführungsdüse für Hg-Dampf.

aus einem konisch ausgebohrten Einsatz mit aufgesetztem Isolator, wodurch der Kathodenfleck je nach dem Hg-Stand in der Kathode entweder unten fixiert oder oben im Quarztrichter frei bewegt sein kann. Neben der Kathode ist in derselben Grundplatte ein konischer Eisenschliff vakuumdicht eingesetzt. In diesen Schliff paßt ein Reiber mit eingekittetem Glasapparat. Wie aus Abb. 2 er-

[1] v. Issendorff, Schenkel u. Seeliger, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 9, S. 73 (1930). Brown Boveri-Mitt. Bd. 17, S. 84 (1930).

sichtlich, besteht dieser Glasapparat unten aus einem erweiterten kleinen Kolben mit außen angebrachter Heizwicklung. Oben, d. h. im Innern des Gleichrichters, endet das an den Kolben angeblasene Glasrohr nach zweimaliger rechtwinkliger Abbiegung mit einer feinen Düse. Der untere Glaskolben dient, mit flüssigem Hg gefüllt, als Dampfkessel zur Erzeugung von Hg-Dampf. Durch einen Handgriff, welcher am Metallreiber befestigt ist, kann der ganze Apparat in dem mit Hochvakuumfett gefetteten Schliff gedreht werden, so daß man die Düse nach Wunsch auf jede der 3 Anodenhülsen richten und so nach Belieben Hg-Dampf in diese einblasen kann. Die durch die Düse geblasene Dampfmenge wurde bei den im folgenden beschriebenen Versuchen stets auf 0,18 g/s konstant gehalten.

Mit dieser Versuchseinrichtung sind folgende Versuche vorgenommen worden:

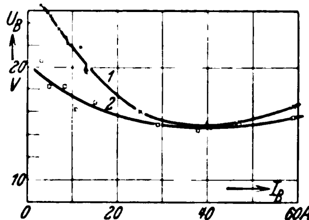


Abb. 3. Anode *U*.

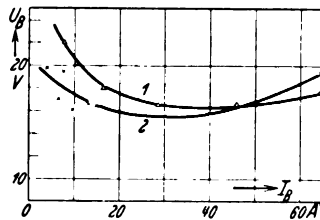


Abb. 4. Anode *V*.

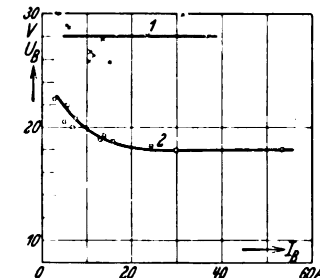


Abb. 5. Anode *W*.

Lichtbogenabfall bei fixiertem (*1*) und bewegtem (*2*) Kathodenfleck in Abhängigkeit von der Stromstärke.

a) Beobachtungen und Messungen über die Sperrwirkung des Steuergitters mit und ohne Einblasung von Hg-Dampf in die kalte und heiße Anodenhülse. (Über diese Versuche wird an anderer Stelle berichtet.)

b) Messung des Lichtbogenabfalles mit Gleichstrom bei frei bewegtem und fixiertem Kathodenfleck bei verschiedenen Strombelastungen zu allen 3 Anoden.

c) Messung des Lichtbogenabfalles mit Gleichstrom von 20 A an der Anode mit Gitter bei verschiedenen Gitter- und Hülsentemperaturen bei bewegtem und fixiertem Kathodenfleck mit und ohne Hg-Dampf-Einblasung.

d) Messung des Lichtbogenabfalles mit Gleichstrom von 10, 20 und 30 A an der Anode mit Gitter bei fixiertem Kathodenfleck und gleichzeitigem Einblasen von Hg-Dampf.

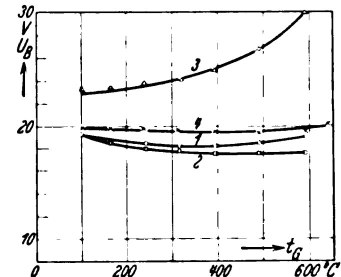
e) Messung des Lichtbogenabfalles mit Gleichstrom an einer Anode ohne Gitter bei bewegtem und fixiertem Kathodenfleck und gleichzeitigem Einblasen von Hg-Dampf.

Besprechung der Versuchsergebnisse.

Zu b) Die Meßergebnisse sind in den Abb. 3 ... 5 dargestellt. Bei den 2 Anoden ohne Gitter (*U* und *V*), Abb. 3 und 4, hat die Fixierung des Kathodenflecks nur bei kleineren Stromstärken einen wesentlichen Einfluß, u. zw. in dem Sinne, daß der Lichtbogenabfall bei fixiertem Kathodenfleck größer ist als bei frei bewegtem. Bei der Anode mit Gitter (*W*) dagegen wird der Lichtbogenabfall durch die Fixierung für alle Ströme durchschnittlich um etwa 8 ... 10 V erhöht (Abb. 5). Trotz der engen Hülsen und der hohen Stromdichte im Hülsenquerschnitt (bei 50 A Gesamtstrom rd. 10 A/cm²) beträgt der Spannungsabfall bei den 2 Anoden ohne Gitter bei 50 A nur rd. 16 V sowohl für bewegten als auch für fixierten Fleck, bei der Anode mit Gitter dagegen bei demselben Strom rd. 18 V bei bewegtem und rd. 28 V bei fixiertem Kathodenfleck.

Zu c) In Abb. 6 ist der Lichtbogenabfall für die Anode *W* mit Gitter in Abhängigkeit der Gittertemperatur mit und ohne Hg-Dampf-Einblasung dargestellt. Es ist daraus ersichtlich, daß bei fixiertem Kathodenfleck der Lichtbogenabfall von der Gittertemperatur abhängig ist, während bei bewegtem Fleck der Lichtbogenabfall in demselben Temperaturbereich konstant bleibt. Durch Einblasen von Hg-Dampf kann sowohl die Erhöhung des Bogenabfalls durch die Fixierung als auch die Temperaturabhängigkeit fast gänzlich zum Verschwinden gebracht werden.

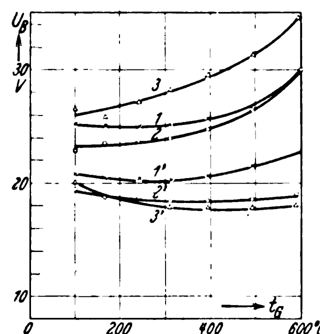
Zu d) Diese Messung zeigt den den Lichtbogenabfall erhöhenden Einfluß der Gittertemperatur neben dem den Lichtbogenabfall vermindernden Einfluß des Einblasens von Hg-Dampf für die Bogenstromstärken 10, 20 und 30 A bei fixiertem Kathodenfleck. Die Resultate sind aus Abb. 7 ersichtlich. Durch zunehmende Gittertemperatur wird der Bogenabfall um so mehr erhöht, je höher der Lichtbogenstrom ist. Umgekehrt ist naturgemäß die Bogenabfall verminderte Wirkung des eingeblasenen Hg-Dampfes um so größer, je höher die Gittertemperatur und je höher der Bogenstrom ist. Die Verkleinerung des Bogenabfalls durch Einblasen von Hg-Dampf in den Hülsenraum ist in Abb. 8 als Funktion der Lichtbogen-Stromstärke mit der Gittertemperatur als Parameter dargestellt.



1 Fleck frei, ohne Hg-Dampf
2 „ „ , mit „
3 „ fixiert, ohne „
4 „ „ , mit „

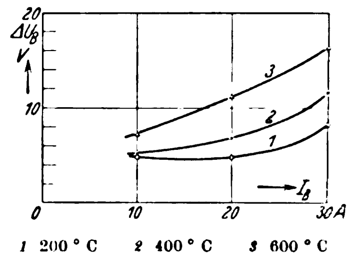
Abb. 6. Lichtbogenabfall bei Anode *W* mit und ohne Hg-Dampf-Einblasung bei einem Anodenstrom von 20 A in Abhängigkeit von der Gittertemperatur.

Zu e) Um den Anteil des Gitters an der Erhöhung des Lichtbogenabfalles bei fixiertem Kathodenfleck sichtbar zu machen, wurde eine Anode ohne Gitter bei verschiedenen Hülsentemperaturen mit und ohne Einblasung von Hg-Dampf auf den Lichtbogenabfall untersucht. Die Resultate sind in Abb. 9 zur Darstellung gebracht. In demselben Temperaturbereich wie bei c) und d) zeigt sich bei der Anode ohne Gitter keine Temperaturabhängigkeit des Lichtbogenabfalls bei fixiertem Fleck und einem Strom von 28 A. Dementsprechend ist auch der Einfluß des eingeblasenen Hg-Dampfes gering und im ganzen untersuchten Temperaturbereich von derselben Größenordnung.



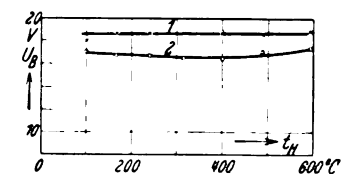
1 Anodenstr. 10 A } ohne
2 „ 20 A } Hg-Dampf-
3 „ 30 A } Einblasung
1' „ 10 A } mit
2' „ 20 A } Hg-Dampf-
3' „ 30 A } Einblasung

Abb. 7. Lichtbogenabfall bei Anode *W* bei fixiertem Kathodenfleck mit und ohne Hg-Dampf-Einblasung für verschiedene Anodenströme in Abhängigkeit von der Gittertemperatur.



1 200 °C *2* 400 °C *3* 600 °C

Abb. 8. Verkleinerung des Lichtbogenabfalles bei der Anode *W* durch Einblasen von Hg-Dampf in die Hülse bei verschiedenen Gittertemperaturen in Abhängigkeit vom Lichtbogenstrom.



1 ohne Hg-Dampf-Einblasung
2 mit „ „ „

Abb. 9. Lichtbogenabfall der Anode *V* bei fixiertem Kathodenfleck in Abhängigkeit von der Hülsentemperatur; I_B = 28 A.

Schlußfolgerungen.

Durch das künstliche Einblasen von Hg-Dampf in den Hülsenraum konnte der direkte Beweis erbracht werden, daß zunehmende Gittertemperatur auf die Hg-Dampf-Dichte verringernd wirkt, indem durch Einblasen von Dampf die Wirkung der Gittertemperatur auf den Lichtbogenabfall wieder aufgehoben werden konnte. Für die

Sperrwirkung des Gitters ist diese Tatsache ebenfalls von Bedeutung, weil daraus geschlossen werden kann, daß ein heißes Gitter besser sperrt als ein kaltes. Wie aus andern Versuchen an derselben Apparatur hervorgeht, wird die selbständige Glimmentladung, welche sich namentlich bei hohen Anodenspannungen zwischen Gitter und Anode ausbildet, durch entsprechend hohe Gitter- und Anodentemperaturen stark unterdrückt, wenn nicht ganz verhindert.

Wie die Messungen unter c) und d) gezeigt haben, ist die auffallend starke Erhöhung des Bogenabfalles bei der Anode mit Gitter durch die Fixierung des Kathodenfleckes nicht nur der geringeren Hg-Verdampfung allein zuzuschreiben. Ebensowenig kann die die Dampfdichte verkleinernde Wirkung der Überhitzung des Dampfes durch Gitter, Anode und Hülse allein für den Anstieg des Bogenabfalls verantwortlich gemacht werden. Die Erscheinung kommt vielmehr durch das Zusammenwirken beider die Dampfdichte vermindernden Faktoren zustande. Die Ausschaltung eines der beiden Faktoren, sei es die Aufhebung der Fixierung oder die Entfernung des Gitters, hat sofort das Zurückgehen des Spannungsabfalles auf den normalen Wert zur Folge.

Durch die Anordnung eines Gitters im Innern der Anodenhülsen kommt ein stark vermehrter Verbrauch von Ladungsträgern durch Rekombination an den Gitterflächen zustande. Diese für den Stromtransport verlorenen Ionen müssen durch Neubildung ersetzt werden. Eine gewisse Verringerung des absoluten Wertes der Hg-Dampf-Dichte, mit welcher die Ausbeute bei der Neubildung der Ladungsträger eng verknüpft ist, hat daher auf den Lichtbogenabfall um so größeren Einfluß, je größer die Stromdichte im Hülsen- und Gitterquerschnitt ist.

Über zusätzliche Verluste in Transformatoren.

Von F. Heiles, Karlsruhe.

Übersicht. Die in einer früheren Arbeit[1] durchgeführten Untersuchungen über Zusatzverluste im Kasten und in massiven eisernen Konstruktionsteilen von Transformatoren, die durch das Abschalten von Windungen in der Mitte der Wicklung hervorgerufen werden, werden ergänzt und ausgedehnt auf den Fall, daß die abgeschalteten Windungen am Ende der Wicklung liegen. Zum Schluß werden Maßnahmen zur Unterdrückung der zusätzlichen Verluste besprochen.

In einer früheren Arbeit[1] ist gezeigt worden, daß im Kasten und in Konstruktionsteilen von Transformatoren hohe zusätzliche Verluste auftreten können, wenn infolge des Abschaltens von Schaltwindungen Unsymmetrien im Strombelag auftreten. Es wurde dort jedoch nur der Fall liegen (unsymmetrische Anordnung). Bei der symmetrischen Anordnung ist die Feldstärke des Zusatzfeldes am Ende der Wicklung aus Symmetriegründen Null (vgl. Fachbericht, Abb. 3), bei der unsymmetrischen hingegen hängt ihre Größe von den magnetischen Leitwerten der Räume oberhalb und unterhalb der Wicklung ab. Diese Leitwerte zu berechnen, ist aber praktisch unmöglich.

Um dennoch zum Ziele zu kommen, machen wir zunächst hinsichtlich des Verlaufes von Feld und Induktionsfluß verschiedene Annahmen und stellen später auf Grund von Versuchen fest, welche Annahmen mit der Wirklichkeit übereinstimmen oder ihr am nächsten kommen.

In gleicher Weise wie bei der früheren Arbeit ist in Abb. 1 wieder eine Wicklungsanordnung eines Transfor-

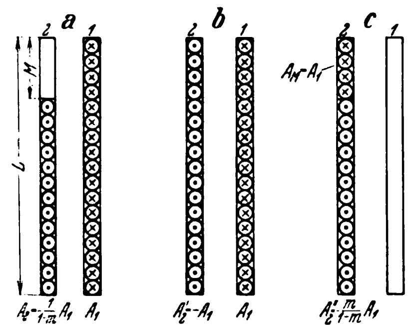


Abb. 1. *a* wirkliche Strombeläge, *b* und *c* fiktive Komponenten.

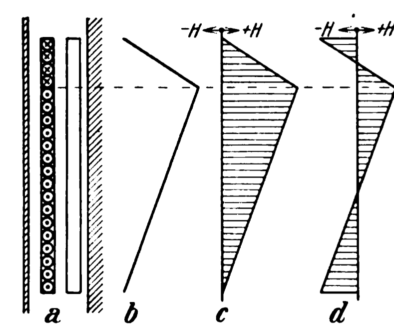


Abb. 2. *a* fiktiver Strombelag nach Abb. 1 c, *b* seine Felderregerkurve, *c* und *d* von ihm erregtes Feld für geschlossene bezw. offene „Nut".

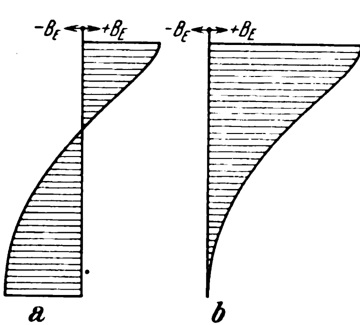


Abb. 3. Induktionsverlauf in der Kastenwand für an beiden Enden (*a*) bzw. am oberen Ende (*b*) geschlossene „Nut".

betrachtet, bei dem sich die Schaltwindungen in der Mitte einer Zylinderspule befinden. Diese Beschränkung hatte eine gewisse Berechtigung, weil Verluste der genannten Art unter normalen Verhältnissen, bei denen die Lücke im Strombelag einer Wicklung nicht mehr als 10 % der Länge ausmacht, erst bei Leistungen von einigen tausend kVA ab aufwärts in bemerkenswerter Höhe auftreten, und weil bei diesen Transformatoren aus Gründen der Kurzschlußsicherheit wohl immer die Schaltwindungen in der Mitte angeordnet werden. Der Vollständigkeit halber sei jedoch nun auch der Fall behandelt, bei dem die Schaltwindungen am Ende der Wicklung angeordnet sind. Die Untersuchung wird zeigen, daß in diesem Falle die Verluste erheblich höher werden, so daß sie auch schon bei Transformatoren geringerer Leistung eine bemerkenswerte Rolle spielen können.

Während bei Anordnung der Schaltwindungen in der Mitte (symmetrische Anordnung) der Verlauf des magnetischen Feldes, das durch den ungleichmäßigen Strombelag erregt wird, ohne weiteres angegeben werden kann, ist dies nicht der Fall, wenn die Schaltwindungen am Ende mators dargestellt, bei der diesmal jedoch die Schaltwindungen am oberen Ende liegen. Abweichend von der früheren Darstellung ist hier mit L die ganze Wicklungslänge und mit M die ganze Länge der Lücke im Strombelag bezeichnet. Auch hier ist wieder eine Zerlegung des wirklichen Strombelages (a) in fiktive Teile vorgenommen, von denen der eine (b) das normale symmetrische Streufeld erregt, während der andere (c) das Zusatzstreufeld schafft. Der das Zusatzfeld erzeugende Strombelag ist in Abb. 2 a noch einmal gesondert gezeichnet, u. zw. in seiner Lage zwischen dem Kerneisen und der Kastenwand. Die beiden Eisenoberflächen fassen wir wieder als Wände einer Nut auf. Wir wissen dann, daß die Erregerkurve des Zusatzfeldes als Integralkurve des Strombelages einen Verlauf hat, wie er in Abb. 2 b dargestellt ist. Auch das Feld selbst hat wegen des konstanten Luftspaltes den gleichen Verlauf. Nur sind uns die Anfangsbedingungen nicht bekannt, und daher wissen wir nicht, an welche Stelle wir die senkrechte Koordinatenachse zu legen haben.

Der Höchstwert der Feldstärke erreicht offenbar dann den größten Wert, wenn an den Enden der Wicklung die Feldstärke Null herrscht. Der Verlauf der Feldstärke entspricht dann der Abb. 2 c; er ergibt sich dann, wenn

[1] Heiles, Über zusätzliche Verluste in Transformatoren, Fachbericht-Sonderheft der VDE-Jahresversammlung 1929, S. 71. Referat im vorliegenden ETZ-Heft auf S. 892.

die gedachte Nut an einem oder an beiden Enden als geschlossen angesehen werden kann. Dies wird dann der Fall sein, wenn durch eiserne Konstruktionsteile ein wenigstens angenähert lückenloser Übergang vom Kerneisen zur Kastenwand geschaffen ist.

Nehmen wir dagegen an, daß die „Nut" an den Enden der Wicklung aufhört und auf beiden Seiten offen ist, so erhalten wir ein Feld nach Abb. 2 d, bei dem der Höchstwert der Feldstärke nur halb so groß ist wie in Abb. 2 c. Da aber, wie wir später sehen werden, Versuche zeigen, daß die wirklichen Verhältnisse sich mehr denjenigen der Abb. 2 c nähern, betrachten wir nur diese.

Aber selbst wenn wir annehmen, daß die Feldstärke nach Abb. 2 c verläuft, so ist damit immer noch nicht der Verlauf des Flusses und damit die Induktion in der Kastenwand festgelegt. Es kommt nämlich noch darauf an, ob die Nut an einem oder an beiden Enden als geschlossen anzusehen ist. Ist sie an beiden Enden geschlossen, so wird sich der Fluß, der in die Kastenwand eintritt, nach beiden Seiten etwa gleichmäßig verteilen, so daß die Induktion in der Kastenwand einen Verlauf hat, wie er in Abb. 3 a dargestellt ist. Ist die Nut dagegen nur an einer Seite, beispielsweise am oberen Ende der Wicklung geschlossen, so verläuft der Fluß ganz nach dieser Seite hin, und wir erhalten eine Induktion in der Kastenwand, wie sie Abb. 3 b zeigt.

Die Verhältnisse nach Abb. 3 b sind, wie man auf den ersten Blick erkennt, ungünstiger als diejenigen nach Abb. 3 a. Die Kurve der Induktion nach Abb. 3 b kann ohne weiteres mit der für die symmetrische Anordnung ermittelten Kurve (Fachbericht, Abb. 3) verglichen werden. Man erhält genau die Verhältnisse der Abb. 3 b der vorliegenden Arbeit, wenn man bei der symmetrischen Anordnung in Abb. 3 des Fachberichts die obere Hälfte der Kurve unterdrückt. Wir hönnen also auch hier die Gl. (22) des Fachberichts anwenden, müssen aber von dem Ergebnis die Hälfte nehmen, wenn wir lediglich die Verluste ins Auge fassen, die in den Teilen der Kastenwand auftreten, die der Wicklung genau gegenüber liegen. Mit den Bezeichnungen nach Abb. 1 für die Größen L, M und m und im übrigen unter Verwendung der gleichen Bezeichnungen wie im Fachbericht werden also die zusätzlichen Verluste

$$V_w \approx 10\, k_m \left[\frac{r_m}{r_a}\,\frac{1}{\delta}\,\frac{A_1}{100}\left(\frac{L}{10}\right)^2\frac{f}{100}\right]^2 L\, b\, \Delta\, \Lambda, \qquad (1)$$

wenn wir für die spezifische Leitfähigkeit der Kastenwand den Durchschnittswert $\varrho \approx 0{,}13\ \Omega\,\mathrm{mm}^2/\mathrm{m}$ einsetzen. Dabei ist nach Gl.(21) des Fachberichts

$$\Lambda = \frac{1}{5}\,m^2 + \frac{2}{5}\,m^3 - \frac{1}{15}\,m^4. \qquad (2)$$

Beim Vergleich der obigen Gl. (1) mit der Gl. (22) des Fachberichts ist natürlich zu bedenken, daß L hier die ganze Länge der Wicklung bedeutet, im Fachbericht hingegen nur die halbe Länge. Da die Größe L in den Gleichungen in der fünften Potenz enthalten ist, so sind also bei der unsymmetrischen Anordnung der Schaltwindungen und bei einer Flußverteilung nach Abb. 3 b unter sonst gleichen Verhältnissen die Verluste $2^5/2 = 16$ mal so groß wie bei der symmetrischen Anordnung der Schaltwindungen. Nun verläuft aber der Fluß noch über das Ende der Wicklung hinaus in der Kastenwand. Die Verluste, die er dort noch hervorruft, sind schwer zu bestimmen. Wir können also nur soviel sagen, daß unter den oben gemachten ungünstigen Annahmen die zusätzlichen Verluste unter sonst gleichen Verhältnissen bei der unsymmetrischen Anordnung mehr als 16 mal so groß sind wie bei der symmetrischen Anordnung.

Wir betrachten nunmehr die Verhältnise nach Abb. 3 a, nehmen also an, daß der Fluß je zur Hälfte nach oben und unten abfließt. Der Verlauf der Induktion in der Kastenwand nach Abb. 3 b geht in denjenigen nach Abb. 3 a über, wenn man an jeder Stelle die Hälfte des Höchstwertes der Induktion abzieht. Dieser Höchstwert ergibt sich aus Gl. (15) des Fachberichts, wenn man $x = L$ setzt, zu

$$B_{E_{\max}} = \frac{\Pi_0}{2}\,\frac{r_m}{r_a}\,\frac{1}{\Delta}\,\sqrt{2}\,A_1\,\frac{1}{\delta}\,L^2 m. \qquad (3)$$

Wenn wir die Induktion in der Kastenwand nach Abb. 3 a mit B'_{E_x} bezeichnen (zum Unterschied von der Bezeichnung B_{E_x} bei der Verteilung nach Abb. 3 b), so ist unter Berücksichtigung der obigen Gl. (3) und der Gl. (14) und (15) des Fachberichts der Verlauf der Induktion im Blech

im Bereich I $[x = 0$ bis $x = L(1-m)]$:

$$B'_{E_x} = \frac{\Pi_0}{2}\,\frac{r_m}{r_a}\,\frac{1}{\Delta}\,\sqrt{2}\,A_1\,\frac{1}{\delta}\left[\frac{m}{1-m}\,x^2 - \frac{1}{2}\,L^2 m\right] \qquad (4\,\mathrm{a})$$

im Bereich II $[x = L\,(1-m)$ bis $x = L]$:

$$B'_{E_x} = \frac{\Pi_0}{2}\,\frac{r_m}{r_a}\,\frac{1}{\Delta}\,\sqrt{2}\,A_1\,\frac{1}{\delta}\left[\frac{1}{2}\,L^2 m - (L-x)^2\right]. \qquad (4\,\mathrm{b})$$

Die Berechnung der zusätzlichen Verluste kann nun wieder auf dem gleichen Wege erfolgen wie im Fachbericht. Die Ausrechnung führt wieder auf die obige Gl. (1), wobei nur der Faktor Λ zu ersetzen ist durch den Faktor

$$\Lambda' = \frac{7}{60}\,m^2 + \frac{1}{15}\,m^3 - \frac{1}{15}\,m^4. \qquad (5)$$

Das Ergebnis erfaßt natürlich auch hier wieder nur die Verluste, die in den Teilen der Kastenwand (oder auch der Zugbolzen) auftreten, die der Wicklung genau gegenüberliegen.

Das Verhältnis der Verluste bei der Induktionsverteilung nach Abb. 3 a zu denjenigen bei der Verteilung nach 3 b ist gegeben durch das Verhältnis Λ'/Λ. Dieses Verhältnis ist in geringem Maße von m abhängig; es ist in Abb. 4 über m aufgetragen. Man erkennt, daß für die praktisch in Frage kommenden Werte von m das Verhältnis $\Lambda'/\Lambda \approx 0{,}5$ gesetzt werden kann. Daraus folgt, daß die zusätzlichen Verluste bei der Induktionsverteilung nach Abb. 3 a rund halb so groß sind wie diejenigen bei einer Verteilung nach Abb. 3 b.

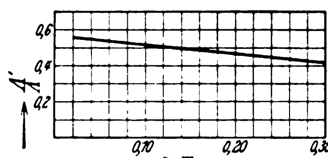


Abb. 4. Verhältnis $\frac{\Lambda'}{\Lambda}$ als Funktion von m.

Um ein Bild von den wirklich auftretenden Verhältnissen zu bekommen, wurden einige Versuche an einem ausgeführten Transformator vorgenommen. An dem außerhalb des Kastens befindlichen Transformator wurde parallel zur Wicklungsachse an die Wicklung eines Schenkels im Abstand von etwa 40 mm von der Oberfläche der äußeren Wicklung ein U-Eisen (NP Nr. 12) angebracht, das gewissermaßen einen ausgeschnittenen senkrechten Streifen der Kastenwand darstellte. Das U-Eisen reichte oben bis ganz dicht an den Kastendeckel heran, der seinerseits mittels eiserner Konstruktionsteile in unmittelbarer Verbindung mit dem Kern stand. Es war also am oberen Ende der Wicklung ein fast geschlossener Eisenweg zwischen dem U-Eisen und dem Eisenkern vorhanden. Am unteren Ende hingegen bestand keine eiserne Verbindungsbrücke zwischen Kern und U-Eisen.

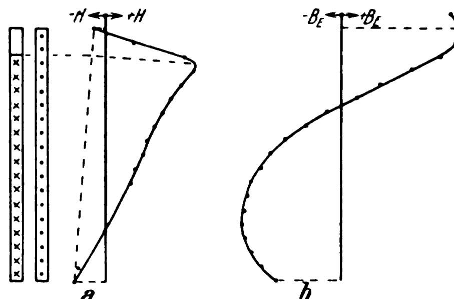


Abb. 5. Meßwerte: *a* Feldverlauf zwischen Wicklung und Kastenwand, *b* Induktion in der Kastenwand.

Mit einer Prüfspule wurde der Verlauf der radialen Komponente der Induktion in dem Raum zwischen Wicklung und U-Eisen gemessen. Da im Luftraum Proportionalität zwischen Induktion und Feldstärke besteht, erhalten wir auf diese Weise ein Bild von der Feldverteilung zwischen Wicklung und Kastenwand. Die Meßergebnisse zeigt Abb. 5 a. Gemessen sind nur Relativwerte, da keine Möglichkeit gegeben war, die Prüfspule zu eichen. Man sieht aus Abb. 5 a, daß am oberen Ende der Wicklung die Feldstärke von Null nicht sehr verschieden ist; am unteren Ende ist die Abweichung größer. Das Feldstärkedreieck erscheint etwas gedreht; dies ist darauf zurückzuführen,

daß entgegen der stillschweigenden Annahme, die man bei der Behandlung derartiger Probleme macht, auch im Eisen ein magnetischer Spannungsverbrauch stattfindet. Es ist nun nicht gesagt, daß bei dem im Kasten befindlichen Transformator der Verlauf der Feldstärke genau so ist wie bei der Ersatzanordnung. Im Kasten wird wahrscheinlich der magnetische Leitwert an den Enden der Wicklung größer sein, insbesondere am unteren Ende infolge des Einflusses des Kastenbodens. Man wird daher gut tun, mit einer Feldverteilung nach Abb. 2c zu rechnen. Man rechnet dabei wahrscheinlich zu ungünstig; dafür haben wir aber auch die Verluste nicht erfaßt, die in den Eisenteilen auftreten, die nicht unmittelbar der Wicklung gegenüberliegen, so daß sich die Fehler wenigstens bis zu einem gewissen Grade ausgleichen werden.

Um auch über die wirkliche Verteilung der Induktion in der Kastenwand Klarheit zu schaffen, wurde durch eine das erwähnte U-Eisen umfassende Prüfspule eine Messung des umfaßten Flusses vorgenommen (auch hier nur Relativwerte). Die Meßergebnisse sind in Abb. 5b aufgetragen und lassen erkennen, daß der Fluß sich angenähert gleichmäßig nach beiden Seiten hin verteilt, daß wir also mit der Induktionsverteilung nach Abb. 3a rechnen können. Wir haben schon gesehen, daß die Verluste bei dieser Verteilung rund halb so groß sind wie bei einem Induktionsverlauf nach Abb. 3b. Da anderseits die auf Grund der Abb. 3b berechneten Verluste wenigstens 16mal so groß sind wie diejenigen bei symmetrischer Anordnung der Schaltwindungen, so können wir sagen, daß wir in Wirklichkeit bei der unsymmetrischen Anordnung etwa die achtfachen Verluste zu erwarten haben als bei der symmetrischen Anordnung.

Der Einfachheit halber benutzen wir daher sowohl bei der symmetrischen als auch bei der unsymmetrischen Anordnung zur Berechnung der Verluste nur die Größe Λ nach Gl. (21) des Fachberichts. Verstehen wir dann im Gegensatz zu früher bei beiden Anordnungen unter L die ganze Wicklungslänge, so können wir für die Berechnung der zusätzlichen Verluste zusammenfassend die Gleichungen anschreiben

a) bei Anordnung der Schaltwindungen in der Mitte (symmetrische Anordnung)

$$V_w \approx \frac{5}{8} k_m \left[\frac{r_m}{r_a} \frac{1}{\delta} \frac{A_1}{100} \left(\frac{L}{10}\right)^2 \frac{f}{100}\right]^2 L\, b\, \Delta \Lambda, \qquad (6)$$

b) bei Anordnung der Schaltwindungen am Ende (unsymmetrische Anordnung)

$$V_w \approx 5\, k_m \left[\frac{r_m}{r_a} \frac{1}{\delta} \frac{A_1}{100} \left(\frac{L}{10}\right)^2 \frac{f}{100}\right]^2 L\, b\, \Delta \Lambda, \qquad (7)$$

wobei in jedem Falle

$$\Lambda = \frac{1}{5} m^2 + \frac{2}{5} m^3 - \frac{1}{15} m^4 \qquad (8)$$

ist. Für gegebenes m kann Λ aus der Kurve der Abb. 4 des Fachberichts entnommen werden. Die Bedeutung der Formelzeichen sei noch einmal zusammenfassend angegeben:

V_w Wirbelstromverluste in W,
k_m Rückwirkungsfaktor der Wirbelströme,
A_1 Effektivwert des Strombelags der nicht unterbrochenen Wicklung in A/cm,
L Länge der Wicklung eines Schenkels in cm,
f Frequenz in Hz,
Δ Blechstärke in cm,
M Länge der Lücke im Strombelag in cm,
$m = M/L$,
r_i Radius des Kernkreises in cm,
r_a Abstand der Kastenwand von der Kernmitte in cm,
$r_m = \frac{r_i + r_a}{2}$,
$\delta = r_a - r_i$,
b Breite des Kastenblechs, auf der das Feld in die Wand eindringt (siehe Fachbericht).

Es läßt sich zeigen, daß man bei dreiphasigen Transformatoren normaler Ausführung die Verluste für den ganzen Kastenumfang hinreichend genau erhält, wenn man bei Kästen mit halbkreisförmigen Stirnwänden 70 %, bei rechteckigen Kästen 60 % des ganzen Kastenumfanges für b einsetzt.

Es sei noch erwähnt, daß die Gleichungen zur Berechnung der Kastenverluste nur für Transformatoren mit Kästen gelten, deren innere Oberfläche glatt ist. Dazu können alle Ausführungsarten mit Ausnahme der Wellblechkästen gerechnet werden. Wellblechkästen sind aber bei den Leistungen, bei welchen die Kastenverluste eine bemerkenswerte Größe haben, nicht mehr gebräuchlich.

Zur Nachprüfung des abgeleiteten Verhältnisses der Verluste bei unsymmetrischer und symmetrischer Anordnung wurden an dem gleichen Transformator, an dem die Feld- und Flußmessungen gemacht sind, auch Verlustmessungen vorgenommen. Für den Versuch wurde in der außenliegenden Wicklung (Oberspannungswicklung) einmal in der Mitte und dann am Ende eine Lücke im Strombelag von je 10,5 % der ganzen Länge geschaffen; es wurden dann bei beiden Anordnungen die im Kurzschluß auftretenden Verluste gemessen. Eine gleiche Messung erfolgte nach Beseitigung der Lücke im Strombelag. Die Bestimmung der zusätzlichen Verluste erfolgte durch Differenzbildung nach Abzug der gerechneten Stromwärmeverluste.

Für die zusätzlichen Verluste ergaben sich folgende Werte

a) bei symmetrischer Anordnung: 850 W = 4,75 % der garantierten Lastverluste,
b) bei unsymmetrischer Anordnung: 6800 W = 37,8 % der garantierten Lastverluste.

Das Verhältnis des Wertes b) zum Werte a) ist genau 8.

Wenn auch das Meßergebnis bei der symmetrischen Anordnung nicht sehr genau ist, da es aus einer Differenzbildung von zwei Werten herrührt, die sich um nur 4,75 % unterscheiden, so zeigt es im Zusammenhang mit unseren Betrachtungen doch, daß man praktisch wohl immer damit rechnen kann, daß die Verluste bei unsymmetrischer Anordnung der Schaltwindungen 8mal so groß sind wie bei der symmetrischen Anordnung.

Ferner sei noch angegeben, daß die nach obiger Gl. (6) gerechneten zusätzlichen Verluste für die symmetrische Anordnung 1200 W ausmachen. Bei den zahlreichen vereinfachenden Annahmen, die wir bei der Aufstellung der Berechnungsgleichungen machen mußten, kann die Übereinstimmung zwischen Versuch und Rechnung als befriedigend bezeichnet werden.

Die beiden behandelten Wicklungsanordnungen (Schaltwindungen in der Mitte oder an einem Ende der Wicklung) sind die gebräuchlichsten. Es sind aber auch noch andere Anordnungen möglich, z. B. solche, bei denen die Schaltwindungen in zwei Gruppen unterteilt sind, die an verschiedenen Stellen der Wicklung angeordnet werden.

Legt man die Schaltwindungen z. B. je zur Hälfte an das obere und untere Ende der Wicklung, so läßt sich zeigen, daß bei den praktisch vorkommenden Werten von m diese Anordnung merklich schlechter ist als die Anordnung aller Schaltwindungen in der Mitte. Das Verhältnis der Verluste ist von m abhängig und beträgt für $m = 0{,}1$ etwa 2.

Eine sehr günstige Anordnung ist hingegen diejenige, bei welcher die Schaltwindungen je zur Hälfte in ¼ und ¾ der Wicklungshöhe angeordnet sind. Es läßt sich leicht nachweisen, daß hierbei die Verluste $^1/_{16}$ derjenigen betragen, wie sie bei Anordnung der gesamten Schaltwindungen in der Mitte auftreten. Mit dieser Anordnung lassen sich die hier behandelten zusätzlichen Verluste auch bei sehr großen Transformatoren in mäßigen Grenzen halten, wenn das Verhältnis m den Wert von 0,1 nicht überschreitet.

Ein anderes Mittel, die Unsymmetrien im Strombelag und ihre Folgen zu beseitigen oder zu verringern, besteht bekanntlich darin, daß man die nicht angezapfte Wicklung aus parallel geschalteten Gruppen zusammensetzt oder besondere sogenannte Schubwicklungen anordnet, welche selbsttätig die Stromverteilung so „verschieben", daß ein vollständig oder wenigstens angenähert symmetrischer Strombelag längs der Wicklung entsteht[2].

[2] Vgl. Richter, Elektrische Maschinen Bd. 3, S. 159 u. f. Verlag Julius Springer, Berlin 1932.

Zeitgemäße Fernsprecheinrichtungen in amerikanischen Hochhäusern.

Von **F. G. Garrison**, New York.

Übersicht. Es werden Vorkehrungen für den nachträglichen Einbau oder Erweiterungen von Fernsprechleitungen in amerikanischen Hochhäusern unter Verwendung von Rohrverteilungsnetzen, Steigschächten, Unterputzverteilern und Abzweigdosen im Fußboden beschrieben.

Fernsprecheinrichtungen sind in einem Gebäude ebenso wichtig wie die Installierung von Wasser, Gas oder elektrischem Strom. Es besteht daher das Bestreben, derartige Anlagen nicht nur so zu entwerfen und zu bauen, daß sie die geforderte Anpassungsfähigkeit aufweisen, sondern daß gleichzeitig auch eine ständige Anlage entsteht, die, einen Teil des Hauses darstellend, unsichtbar bleibt und doch stets zugänglich ist.

Der Entwurf einer Anlage für die Versorgung mit Gas, Wasser oder elektrischen Strom ist verhältnismäßig einfach. Ist die Anlage einmal eingebaut, so bleibt sie praktisch dauernd an derselben Stelle. Eine Fernsprechanlage ist jedoch hiervon wesentlich verschieden. Selbst in einem Wohnhaus wird der eine Mieter die Aufstellung des Fernsprechers in diesem und der andere Mieter in jenem Raum oder gar mehrere Anschlüsse in verschiedenen Teilen des Hauses wünschen. Je größer die Gebäude sind, um so schwieriger gestaltet sich die Anlage, und bei Geschäftshäusern kommen weitere Schwierigkeiten hinzu. Am schwierigsten ist der Entwurf einer Fernsprechanlage für eines jener Hochhäuser, die man in bestimmten Teilen von New York findet. Häuser in diesen Vierteln werden von Mietern bewohnt, deren Wünsche in bezug auf den Fernsprecher außerordentlich verschieden sein können.

Die Pläne für die Fernsprechanlage eines derartigen Gebäudes müssen gleichzeitig mit dessen Entwurf angefertigt werden. Als erstes sind die künftigen Verwendungszwecke des Gebäudes so genau wie möglich festzustellen. Die Mieter werden weitgehend durch die örtliche Lage bestimmt sein. Im Börsenviertel von New York wird man z. B. sicherlich eine Anzahl von Maklerfirmen antreffen. Neben diesen wird man Rechtsanwälte, möglicherweise auch Versicherungsgesellschaften und andere Finanzierungsgesellschaften, immer aber eine gewisse Anzahl kleiner Firmen vorfinden, die zufällig gerade dort sind, weil der Raum zur Verfügung stand. Jede dieser Firmen wird andere Anforderungen an den Fernsprecher stellen.

Die Arbeit für den Einbau ständiger Fernsprecheinrichtungen in einem Gebäude zerfällt in zwei Abschnitte. Der erste umfaßt die Arbeit beim Entwurf der Baupläne, um geeignete Vorkehrungen für die Anlage vorzusehen, und der zweite die eigentliche Montage der Fernsprecher, Kabel und Leitungen. Die Einrichtungen sind so vorgesehen, daß die Fernsprechleitungen an jede gewünschte Stelle herangeführt werden können. Sie bilden einen Teil des Gebäudes, doch müssen sie vom Erbauer in Übereinstimmung mit der Fernsprechgesellschaft geplant werden. Diese macht auf Grund einer Untersuchung des wahrscheinlichen Bedarfes an Fernsprechern geeignete Vorschläge. Im Gebäude müssen die folgenden baulichen Vorkehrungen getroffen werden.

1. Kabeleinführungen und Verteilerraum.

Es muß ein geeigneter Raum für einen Verteiler vorgesehen werden. Dieser kann entweder an der Wand befestigt oder ein Standverteiler sein, dessen Größe durch den Umfang des Gebäudes und die im Endausbau zu erwartende Fernsprecherzahl bestimmt sein wird. Um die Größe des erforderlichen Raumes festzustellen, muß Rücksprache mit der Fernsprechgesellschaft gehalten werden. Im allgemeinen wird es ein trockener, reiner, leicht zugänglicher und gut gelüfteter Raum im Kellergeschoß in der Nähe des unteren Endes des Steigschachtes sein. Sind mehr als eine Steigleitung vorhanden, so müssen diese eben so nahe wie möglich an der Einführungstelle des Fernsprechkabels in das Gebäude angeordnet werden. Wenn irgend möglich, soll für diesen Zweck ein eigener Raum mit feuersicheren Türen und ohne Rohrleitungen an der Decke vorgesehen sein.

Es ist immer besser, die geeigneten Mittel zur Einführung der Kabel in das Gebäude während des Baues vorzusehen, denn hierdurch können Arbeit und Kosten für Herstellung von Löchern im Fundament und andere Änderungen vermieden werden. Die geeignetste Stelle für den Eintritt in das Gebäude muß von der Fernsprechgesellschaft bezeichnet werden. Im Fundament kann dann entweder eine Öffnung freigelassen oder es können Einführungsmuffen eingesetzt werden. Diese Muffen müssen einen Innendurchmesser von 10 cm haben, und es wird stets eine Muffe mehr vorgesehen als Kabel verlegt werden.

2. Die Steigschächte.

Es gibt zwei verschiedene Arten von Steigleitungen: Die eine besteht aus senkrechten Rohrleitungen oder aus Rohren, in die die Kabel eingezogen werden können, die andere aus einem senkrechten Schacht. Die Rohrleitungen bieten für die Kabel etwas mehr Schutz, besitzen aber nicht die gleiche Anpassungsfähigkeit, wie sie durch die Verwendung von Schächten erreichbar ist. Diese werden allgemein angewendet, insbesondere bei großen Montagen. Der Schacht muß in jedem Stockwerk durch eine Tür zugänglich sein, und ferner muß er in jedem Stockwerk abgedeckt werden, so daß nur eine kleine Öffnung zum Durchziehen der Kabel bleibt. Tatsächlich wird ein solcher Schacht aus einer Reihe übereinander liegender abgeschlossener Räume gebildet, von deren Boden stets nur ein kleiner Teil entfernt worden ist. Nachdem die Kabel verlegt sind, werden sie zum Schutz gegen Feuer dort, wo sie durch den Fußboden hindurchgehen, mit Asbest umhüllt.

Manchmal ist mehr als eine Steigleitung zweckmäßig. Ihre Anzahl wird von den Gebäudeplänen und der zu erwartenden Fernsprecherzahl abhängen. In einem Hochhaus mit nur kleiner Grundfläche können die Kosten der Steigkabel im Vergleich mit denen der Fußbodenleitungen zur Verbindung der Steigkabel mit den Fernsprechern hoch sein. In diesem Fall ergibt ein Verringern der Anzahl der Steigleitungen eine wirtschaftlichere Anlage. Ist anderseits die Gebäudegrundfläche groß, so kann es zweckmäßiger sein, zwei oder mehr Steigleitungen vorzusehen, um die Zahl der für jeden Fußboden erforderlichen Leitungen zu vermindern.

Die Steigleitung soll, ob nun eine oder mehrere verwendet werden, so nahe wie möglich an den Stockwerks-Zwischenverteilern angeordnet sein, um die Montagekosten möglichst zu verkleinern.

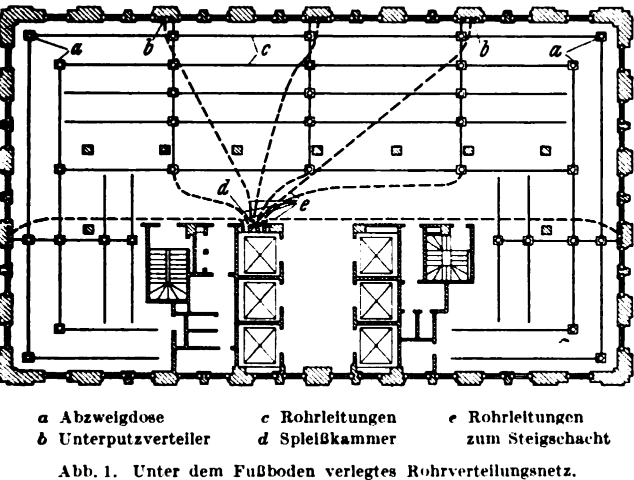
3. Das Stahlrohrnetz unter den Fußböden und die Unterputzverteiler.

Im Steigschacht (Spleißkammer) oder in der danebenliegenden Wand muß ein Stockwerksverteiler vorgesehen werden, in dem alle Kabelpaare für ein bestimmtes Stockwerk enden können. Die Größe dieses Verteilers wird von der Zahl der Fernsprecher abhängen, die für das betreffende Stockwerk zu erwarten ist. Sie soll nach den Anweisungen der Fernsprechgesellschaft gewählt werden.

An wichtigen Stellen längs der Wand oder an den Säulen müssen mehrere kleine Unterputzverteiler mit Rohrleitungen zum Stockwerks-Hauptverteiler in der Nähe des Steigschachtes angeordnet werden. In diese baut die Fernsprechgesellschaft Klemmenstreifen ein, an denen zwischen den Leitungen zu den Fernsprechern und den Kabeln, die diese Unterputzverteiler mit dem Stockwerks-Hauptverteiler verbinden, Querverbindungen ausgeführt werden können. Es ist hierbei darauf zu achten, daß diese Unterputzverteiler groß genug angefertigt werden, um für die größten Erweiterungen genügend Raum vorzusehen, da Abänderungen nach Vollendung des Baues große Schwierigkeiten machen. Nachstehend sind empfehlenswerte Stärken für die Rohrleitungen zwischen dem Stockwerks-Hauptverteiler und den Unterputzverteilern angegeben. Keinesfalls sollen mehr als zwei 90°-Bögen in einer Rohrleitung vorhanden sein. Die Entfernung zwischen den Rohrauslässen soll unter 30 m betragen.

Zahl der Adernpaare im Kabel	kleinster Bogenhalbmesser cm	kleinste Rohrleitungstarke cm
11	15.2	2 54
16	30.5	2.54
26	30.5	3.18
51	30.5	3.81
101	30.5	5.08
202	45,6	7.62
über 202	61,0	8,89

Damit die Leitungen zu allen Fernsprechern bis zu der Stelle verborgen bleiben, wo die Apparate angeschlossen sind, sei dies nun in der Nähe der Wand oder in der Mitte eines großen Raumes, ist unter dem Fußboden ein Netz von Fiber- oder Stahlrohren verlegt. An jeder gewünschten Stelle können Rohre angezapft und Leitungsdrähte zur Verbindung dieser Stellen mit dem nächsten Unterputzverteiler eingezogen werden.



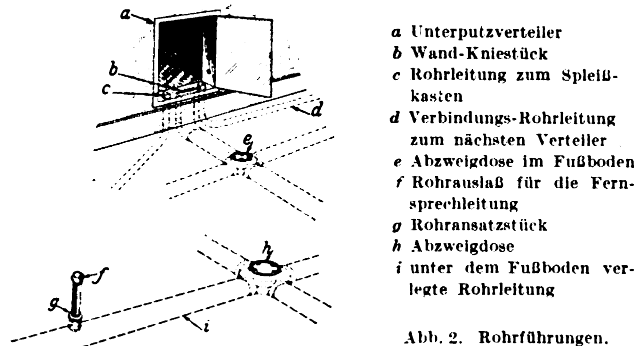
a Abzweigdose *b* Unterputzverteiler *c* Rohrleitungen *d* Spleißkammer *e* Rohrleitungen zum Steigschacht

Abb. 1. Unter dem Fußboden verlegtes Rohrverteilungsnetz.

Ein typisches, unter dem Fußboden verlegtes Rohrverteilungsnetz ist in Abb. 1 dargestellt. Auf diesem Plan sind 5 Unterputzverteiler vorgesehen, die durch Rohrleitungen mit dem Stockwerks-Hauptverteiler verbunden sind. Unter dem Fußboden befindet sich ein Netz von Stahlrohren, das durch Abzweigdosen mit abnehmbarem Deckel, die zur Erleichterung des Einziehens der Leitungsdrähte in den Fußboden eingelassen sind, zusammengehalten wird. Dieses Netz ist mit den Unterputzverteilern verbunden. Wie man sieht, ist das unter dem Fußboden verlegte Netz auch an drei Stellen an den Stockwerks-Hauptverteiler angeschlossen. Dies schafft verschiedene Zugänge zu den Stahlrohren unter dem Fußboden und ermöglicht es, Fernsprecher in der Nähe des Steigschachtes mit weniger Leitungsdraht und daher mit geringeren Kosten zu montieren.

Die Abstände zwischen den Stahlrohren werden von der in jedem Stockwerk zu erwartenden Fernsprecherzahl sowie von deren wahrscheinlicher Verteilung abhängen. Es ergab sich, daß die Rohre für gewöhnliche Büroräume in Abständen von 1,20 m oder 1,50 m verlegt werden müssen.

Durch Verwendung einer Sondermaschine kann an jeder gewünschten Stelle ein Loch durch den Fußboden in das Stahlrohr gebohrt werden. Die Maschine ist so gebaut, daß sie nicht zu tief bohren und die bereits im Rohr verlegten Leitungsdrähte beschädigen kann. Hierauf wird ein besonderes Rohransatzstück angebracht und die Leitung an der gewünschten Stelle herausgeführt (siehe Abb. 2).

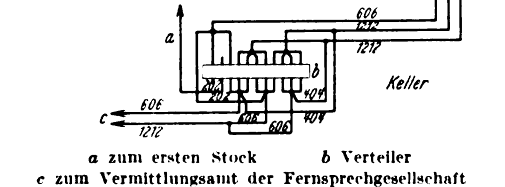


a Unterputzverteiler
b Wand-Kniestück
c Rohrleitung zum Spleißkasten
d Verbindungs-Rohrleitung zum nächsten Verteiler
e Abzweigdose im Fußboden
f Rohrauslaß für die Fernsprechleitung
g Rohransatzstück
h Abzweigdose
i unter dem Fußboden verlegte Rohrleitung

Abb. 2. Rohrführungen.

Es ist von größter Wichtigkeit, daß dieses Rohrnetz nur Fernsprechleitungen führt. Wird die Installierung elektrischer Licht- oder Kraftleitungen[1] für Schreibtischlampen, Rechenmaschinen usw. gewünscht, dann müssen diese in eigenen Rohren verlegt werden. Wo außerdem noch andere Drähte, z. B. Telegraphenleitungen, erforderlich sind, müssen solche in einem dritten Netz verlegt werden. Die Trennung von Fernsprech- und Telegraphenleitungen ist ratsam, weil sonst die Möglichkeit besteht, daß der Fernsprechdienst unterbrochen wird, wenn Monteure, die nicht zur Fernsprechgesellschaft gehören, an diesen Leitungen arbeiten. Die Trennung von den elektrischen Licht- und Kraftleitungen ist erforderlich, um die mögliche Beschädigung der Fernsprechanlage mit der daraus folgenden Unterbrechung des Fernsprechdienstes und die Berührungsgefahr für die Benutzer des Fernsprechers zu vermeiden. Für solche Anlagen sind Vielfachrohre erhältlich.

Sind die obigen Vorkehrungen getroffen, so kann nun eine einwandfreie Leitungsmontage durchgeführt werden. An dem hierfür vorgesehenen Platz wird ein Verteiler aufgestellt, dessen Größe von der im Endausbau zu erwartenden Zahl der Fernsprecher im Gebäude abhängt. Die Kabel vom Fernsprechamt für dieses Gebäude werden zu diesem Verteiler durchgeschaltet. Die Hauskabel werden gleichfalls verlegt.



a zum ersten Stock *b* Verteiler
c zum Vermittlungsamt der Fernsprechgesellschaft

Abb. 3. Kabelverteilung in einem Hochhaus mit 20 Stockwerken.

In vielen Fällen wird es wirtschaftlicher sein, gleich zu Anfang mit Rücksicht auf den Endausbau eine genügend große Anlage zu verlegen. Vermutet man, daß der Endausbau nicht vor einer Reihe von Jahren benötigt werden wird, und ist der Verteiler in einiger Entfernung vom Steigschacht aufgestellt, dann können die Zinsen für diese zusätzlichen Anlagekosten höher sein als die Kosten für die Erweiterung der Einrichtungen bei Eintreten des Bedarfes. Man muß natürlich bedenken, daß der Anschluß eines neuen Kabels an eine bereits im Betrieb befindliche Anlage kostspielig ist. Es ergab sich, daß die Kosten für die Unterbrechung eines großen Steigkabels so hoch sind, daß es nicht wirtschaftlich ist, in jedem Stockwerk Abzweigungen vorzunehmen. Gewöhnlich wird ungefähr in jedem dritten Stockwerk ein Stumpfkabel mit 200 ... 600 Adernpaaren abgezweigt. An dieses Stumpfkabel werden drei Kabel angespleißt, u. zw. je eines für jedes der drei Stockwerke.

Diese Kabel enden auf Klemmstreifen im Stockwerks-Hauptverteiler neben dem Steigschacht. Kleinere Kabel sind in den Rohrleitungen zwischen den Unterputzverteilern und dem Stockwerks-Hauptverteiler verlegt. Sie sind an beiden Enden an Klemmstreifen angeschlossen. Dies ermöglicht es, im Stockwerks-Hauptverteiler zwischen den kleineren Kabeln und dem großen Steigkabel Querverbindungen in jeder gewünschten Weise herzustellen.

In fast jedem Gebäude wird es eine beträchtliche Zahl von Fernsprechern geben, die über Amt sprechen und lange Zeit unverändert bleiben. Es ergab sich, daß für diese

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1125.

Fälle ein bestimmter, von den besonderen Ansprüchen der Mieter abhängender Prozentsatz der Adernpaare der Hauskabel zum Fernsprechamt durchgeschaltet werden muß. In manchen Fällen wird er etwas über 50 % betragen und in anderen Fällen nur 25 % ausmachen.

Abb. 3 zeigt die Kabelverteilung und die Anordnung des Verteilers in einem typischen Hochhaus mit 20 Stockwerken im Geschäftsviertel von New York. Das Haus wird durch zwei Kabel zum Fernsprechamt versorgt, von denen das eine 1212 Adernpaare und das andere 606 Adernpaare enthält. Alle diese Paare enden am Verteiler, aber 1010 Paare sind direkt zu den Hauskabeln durchgeschaltet, wodurch diese zu Amts-Nebenstellen-Paaren werden. Die Stockwerke 2 ... 20 werden durch 3 Kabel mit einer Gesamtzahl von 3030 Adernpaaren versorgt. Das Verhältnis der Hauskabel zu den Kabeln vom Fernsprechamt wird von den Ansprüchen der Mieter des Gebäudes abhängen. Es werden aber immer mehr Hauskabel vorhanden sein. Hierdurch wird die Anpassungsfähigkeit erhöht und die Herstellung von Verbindungen zwischen den einzelnen Stockwerken möglich gemacht. Um eine Verbindung zwischen zwei beliebigen Stellen herzustellen, ist es bloß erforderlich, zwischen zwei Adernpaaren am Verteiler eine Querverbindung auszuführen. Die Verteilung für den ersten Stock (das Erdgeschoß) ist nicht gezeigt, da sie vollkommen getrennt vorgenommen und leicht vorzusehen ist.

In Abb. 3 ist der Umfang jedes Kabels angegeben und die Zahl der Amts-Nebenstellen-Paare und der Hauspaare, die in jedem Stockwerk abgezweigt sind, genannt. 34F bis 67 H bedeutet z. B., daß 34 Paare zum Fernsprechamt durchverbunden sind und 67 Paare am Verteiler im Keller enden.

Über die Spannungsabhängigkeit des dielektrischen Verlustwinkels einiger Isolierstoffe.

(Mitteilung aus dem physikalisch-technischen Laboratorium der H. Römmler AG. Preßstoffwerke, Spremberg, L.)

Von M. Hirsch, Spremberg, L.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß sich nicht aus der Größe des Verlustwinkels, sondern aus der Spannungscharakteristik des Verlustwinkels ein Maß für die Durchschlagfestigkeit der untersuchten Isolierstoffe ergibt, u. zw. ist es vorteilhaft, den reziproken Wert des Verlustwinkels in Abhängigkeit von der Spannung graphisch zu verfolgen. Der reziproke Wert des Verlustwinkels ist dem spezifischen Widerstand der Isolierstoffe direkt proportional.

Die Messung der dielektrischen Verluste ist eine der wichtigsten Methoden bei der Prüfung von Isolierstoffen für Hochspannungszwecke. Dies kommt schon dadurch zum Ausdruck, daß die Kommission für Isolierstoffe des VDE die Verlustwinkelmessung in die Leitsätze für die elektrische Prüfung von Isolierstoffen neuerdings aufgenommen hat[1]. In der Hochspannungs-Meßbrücke, die von H. Schering entwickelt wurde[2], ist eine sehr bequeme Einrichtung zur Messung des Verlustwinkels vorhanden[3], die für Betriebsprüfungen äußerst vorteilhaft ist.

Die Größe des Verlustwinkels bei einer gewissen Spannung oder Frequenz ist nun zwar wichtig für die Beurteilung der Güte eines Isolierstoffes in bezug auf seine Brauchbarkeit für elektrische, insbesondere für Hochspannungszwecke. Jedoch ist, wie bekannt, der Verlustwinkel der Durchschlagfestigkeit nicht unbedingt proportional, z. B. ist bei gleicher Wandstärke und Spannung der Verlustwinkel von Hartpapierrohren oft viel kleiner als der von Hartpapierplatten, obwohl sich die Durchschlagfestigkeit gerade umgekehrt verhält, also bei Platten viel höher ist als bei Rohren. Dasselbe gilt für den Vergleich zwischen vielen anderen Werkstoffen. Wie aus den weiter unten mitgeteilten Messungen hervorgeht, erklärt sich dieser Widerspruch folgendermaßen: Nach seiner Definition ist der Verlustwinkel ein Maß für die Verlust- oder Wattkomponente der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung eines Kondensators. Der Verlustwinkel ist also damit auch ein Maß für die Größe des Leitungstromes und des ohmschen Widerstandes. Wie noch unten gezeigt wird, ist der reziproke Wert des Verlustwinkels dem spezifischen Durchschlagwiderstand proportional.

Wie Messungen nun zeigen, ist die Schnelligkeit des Absinkens des spez. Widerstandes unmittelbar ein Maß für die Durchschlagfestigkeit. Da, wie schon erwähnt, der reziproke Wert des Verlustwinkels dem spez. Widerstand proportional ist, braucht man nur diesen reziproken Wert des Verlustwinkels in Abhängigkeit von der Spannung aufzunehmen, u. zw. ist es vorteilhafter, graphisch diesen reziproken Wert in Abhängigkeit von der Spannung darzustellen als den Verlustwinkel selbst. Ferner ist es, wie die unten angeführten Messungen ergeben, nicht erforderlich, die zu prüfenden Isolierstoffe bis zum Durchschlag zu beanspruchen, sondern man erhält bereits vor dem Durchschlag aus der Spannungscharakteristik des reziproken Wertes des Verlustwinkels ein Maß für die Durchschlagfestigkeit der geprüften Isolierstoffe.

Wir wollen zunächst den Zusammenhang zwischen Verlustwinkel und spez. Widerstand ableiten.

Bekanntlich kann man einen Kondensator mit dielektrischem Verlust bei einer bestimmten Frequenz ω durch eine verlustfreie Kapazität C mit einem parallelgeschalteten Verlustwiderstand R ersetzt denken, und es ist der Verlustfaktor

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{R \omega C}.$$

Nun ist bei einem Plattenkondensator die Kapazität

$$C = \frac{\varepsilon F}{4 \pi d},$$

wo F die Fläche der Belegung, d die Plattenstärke und ε die Dielektrizitätskonstante bedeuten. Ferner ist der Widerstand R, der sog. Durchgangswiderstand des Dielektrikums, ebenfalls abhängig von der Wandstärke und der Größe der Belegung, nämlich es ist

$$R = \varrho \frac{d}{F},$$

wo ϱ den spez. Widerstand bezeichnet. Infolgedessen wird, wenn man diese Ausdrücke für C und r benutzt,

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{R \omega C} = \frac{1}{\varrho \frac{\varepsilon}{4 \pi}}. \qquad (1)$$

Der $\operatorname{tg} \delta$ ist also umgekehrt proportional dem spezifischen Widerstand ϱ und der Dielektrizitätskonstante ε.

Nun ist die Dielektrizitätskonstante ε nur in sehr geringem Maße von der Spannung abhängig[4], man kann sie sogar als konstant ansehen. Hiernach ist der $\operatorname{tg} \delta$ lediglich vom spezifischen Widerstand abhängig. Bezeichnet man mit k eine Konstante, so sollte also nach der Beziehung (1) gelten:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{k \varrho} \quad \text{oder} \quad \frac{1}{\operatorname{tg} \delta} = k \varrho. \qquad (2)$$

Der reziproke Wert des $\operatorname{tg} \delta$ ist also dem spezifischen Widerstand direkt proportional.

Der spezifische Widerstand wird, wie Messungen zeigen, mit wachsender Spannung kleiner[5], u. zw. ist diese Spannungsabhängigkeit um so ausgeprägter, je höher die Feldstärke ist. Der reziproke Wert des $\operatorname{tg} \delta$ sollte also eine dem spezifischen Widerstand analoge Abhängigkeit von der Spannung besitzen. Dies trifft tatsächlich zu, wie aus den Abb. 1 und 2 ersichtlich wird, die $1/\operatorname{tg} \delta$-Messungen einiger Isolierstoffe in Abhängigkeit von der Spannung darstellen. Eine nähere Betrachtung der $1/\operatorname{tg} \delta$-Diagramme ergibt einige bemerkenswerte Zusammenhänge, auf die wir im folgenden eingehen wollen.

---

[1] ETZ 1929, S. 364.

[2] Vgl. a. K. W. Wagner u. A. Wertheimer, Physik. Z. Bd. 13, S. 368 (1912); H. Schering, Z. Instrumentenkde Bd. 40, S. 124 (1920).

[3] Näheres über die Ausführung der Verlustwinkelmessungen bei G. Pfestorf, ETZ 1930, S. 275, ferner Forschungsh. Stud.-Ges. Höchstspannungsanl., Sonderheft f. Isolierstoffe, 1930.

[4] Unter Voraussetzung konstanter Temperatur.

[5] W. Suckow, Arch. Elektrotechn. Bd. 22, S. 104 (1929).

Abb. 1 ist ein 1/tg δ-Diagramm von Hartpapierplatten mit verschiedenen Wandstärken. In diesem Diagramm ist auffällig, daß die Platten mit größeren Wandstärken ein weniger schnelles Abfallen der 1/tg δ-Kurven zeigen als die mit kleineren Wandstärken. Ferner erreichen die geradlinigen Verlängerungen der 1/tg δ-Kurven die Abszissenachse um so eher, d. h. bei einer um so kleineren Spannung, je kleiner die Wandstärke ist.

Wir wollen die Spannungswerte, die von den Verlängerungen der 1/tg δ-Kurven beim Schneiden der Abszissenachse getroffen werden, Zielspannungen z nennen und nach ihrem Zusammenhang mit der Durchschlagfestigkeit bzw. mit der Durchschlagspannung fragen.

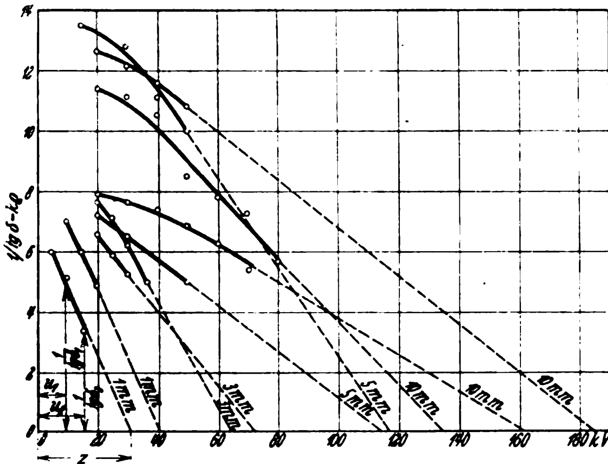


Abb. 1. 1/tg δ-Diagramm für Hartpapierplatten verschiedener Wandstärke in Abhängigkeit von der Spannung (Metallelektroden aufgespritzt), gemessen in Öl von Zimmertemperatur.

Zu diesem Zweck haben wir in Zahlentafel 1 die aus dem Diagramm Abb. 1 gefundenen Zielspannungen mit den Durchschlagspannungen verglichen, die sich beim Versuch, nämlich bei der tg δ-Messung in Abhängigkeit von der Spannung bei der Steigerung der Spannung bis zum Durchschlag, ergeben haben[6]. In Zahlentafel 1 haben wir

Zahlentafel 1.

Plattenstärke mm	Zielspannung z Einzelwerte kV	Zielspannung z Mittelwerte kV	Durchschlagspannung u Einzelwerte kV	Durchschlagspannung u Mittelwert kV	Quotient $q = z/u$ Mittelwert
10	185, 135, 160	160	92, 90, 90	91	1,7
5	117, 112	115	43, 60	52	2,2
3	65, 72	68	40, 40	40	1,7
1	40, 30	35	20, 25	23	1,5

außerdem den Quotienten zwischen Zielspannung und gefundener Durchschlagspannung gebildet. Dieser Quotient sollte konstant sein, wenn die Zielspannung der Durchschlagspannung proportional ist. Wie die Zahlentafel zeigt, ergibt sich in der Tat, wenn auch nur mit gewisser Annäherung, eine Konstanz dieser Quotienten.

Die Zielspannung kann auch rechnerisch ermittelt werden, wenn zwei Punkte des geradlinigen Teiles der 1/tg δ-Kurve bekannt sind. Wenn diese beiden Punkte die Werte $1/\mathrm{tg}\,\delta_1$ und $1/\mathrm{tg}\,\delta_2$ bei den Spannungen u_1 und u_2 besitzen, so ergibt die einfache geometrische Abhängigkeit, wie Abb. 1 zeigt, für den Wert der Zielspannung z folgendes:

$$\frac{z - u_1}{\frac{1}{\mathrm{tg}\,\delta_1}} = \frac{u_2 - u_1}{\frac{1}{\mathrm{tg}\,\delta_1} - \frac{1}{\mathrm{tg}\,\delta_2}}$$

oder

$$z = u_1 + \frac{u_2 - u_1}{1 - \frac{\mathrm{tg}\,\delta_1}{\mathrm{tg}\,\delta_2}}. \qquad (3)$$

[6] Dem Diagramm Abb. 1 wurden Messungen der Phys.-Techn. Reichsanstalt zugrunde gelegt, die hierbei auch die Durchschlagspannungen feststellte.

Abb. 2 zeigt ein Diagramm der 1/tg δ-Werte für ein Hartpapierrohr, zwei Hartpapierplatten und eine Hartgummiplatte, die alle eine Plattenstärke von 10 mm besitzen. Nach erfolgter Verlustwinkelmessung wurden die Platten beiderseitig mit kugelförmigen Bohrungen versehen, die, mit Metall ausgelegt, als Elektroden dienten; die Wandstärke zwischen diesen kugelförmigen Elektroden betrug

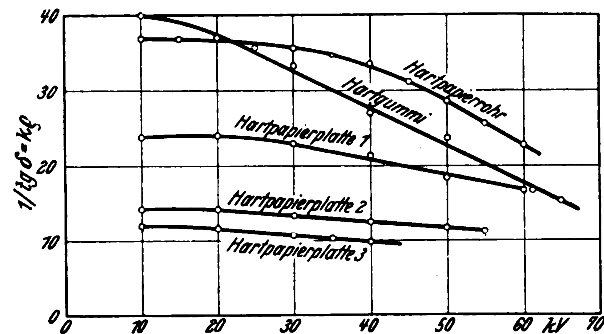


Abb. 2. 1/tg δ-Werte einer Hartgummiplatte, eines Hartpapierrohres und dreier Hartpapierplatten von 10 mm Plattenstärke in Abhängigkeit von der Spannung (Metallbelegungen aufgepreßt), gemessen in Öl von Zimmertemperatur.

etwa 3 mm. Zwischen diesen Elektroden wurde die Durchschlagspannung gemessen; die Spannungsteigerung war auf 10 kV/min festgelegt. Die Durchschlagwerte sowie die aus dem Diagramm Abb. 2 rechnerisch gemäß Beziehung (3) ermittelten Zielspannungen der Platten sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt. Die Quotienten q von Zielspannung z und Durchschlagspannung U je cm Wandstärke sind wieder annähernd konstant, d. h. es ergibt sich eine Proportionalität zwischen Ziel- und Durchschlagspannung. (Die Durchschlagspannungen U der Zahlentafel 2 sind auf 1 cm Wandstärke bezogen.)

Zahlentafel 2.

Material	Durchschlagspannung U kV/cm	Zielspannung z kV	Quotient $q' = U/z$
Hartgummi	210	94	2,2
Hartpapierrohr	180	98	1,8
Hartpapierplatte 1	305	138	2,2
„ 2	320	187	1,7
„ 3	293	137	2,1

Die Versorgung Norwegens mit elektrischer Arbeit für bürgerliche Zwecke.

Von **Norberg Schulz**, Oslo.

Übersicht. Die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung Norwegens wird durch die neuesten statistischen Zahlen beleuchtet.

Wie die nunmehr vorliegenden Angaben der Hauptverwaltung des norwegischen Wasserbau- und Elektrizitätswesens über die Elektrizitätsversorgung Norwegens für bürgerliche Zwecke im Jahre 1930[1] zeigen, entwickelt sich die Elektrisierung Norwegens zur Zeit sehr langsam. Die Sättigung scheint also unter den gegenwärtigen technisch und wirtschaftlich schlechten Verhältnissen erreicht zu sein. Wenn die Bevölkerung Norwegens im Jahre 1930 zu 2 809 000 Köpfen angegeben ist, während sie in früheren Jahren etwas höher lag, so kommt das daher, daß eine genaue Zählung in jedem 10. Jahr stattfindet. In den zwischenliegenden Jahren wurden die Zahlen geschätzt. Die letzte Zählung fand 1930 statt. Die an die Leitungsnetze angeschlossene Zahl der Einwohner ist erst 1930 genauer bestimmt worden — infolgedessen ist auch der für 1930 angegebene Prozentsatz der angeschlossenen Bevölkerung genauer berechnet wie in den früheren Jahren.

Zu der genannten Zeit waren etwa 910 Mill RM[2] in den Elektrizitätswerken investiert, wovon etwa 485 Mill

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 938.
[2] 1 RM = etwa 0,89 norw. Kronen.

RM auf die Stromerzeugungsanlagen und etwa 427 Mill RM auf die Übertragungs- und Verteilungsanlagen entfielen. Mit diesen Kapitalien waren insgesamt 550 000 kW Generatorenleistung ausgebaut, was etwa 880 RM je installiertes Kilowatt für die Stromerzeugungsanlagen entspricht.

Die Gesamtkosten der Elektrizitätswerke betrugen durchschnittlich etwa 1650 RM/kW, wobei die Kosten der Hausinstallationen und Verbrauchsapparate jedoch nicht berücksichtigt sind. Man schätzt die Kosten der letzteren auf rd. 372 Mill RM, so daß sich ein Kapitalaufwand von etwa 2325 RM je verfügbares Kilowatt Generatorenleistung ergibt. Es muß jedoch berücksichtigt werden, daß für die Elektrizitätslieferung zu bürgerlichen Zwecken 590 000 kW zur Verfügung standen, während die Gesamtleistung der Kraftanlagen 550 000 kW betrug. Etwa 40 000 kW wurden nämlich aus den großindustriellen Anlagen bezogen. Infolgedessen muß ein entsprechender Teil der Kosten der Verteilungsnetze und Hausinstallationen mit Verbrauchsapparaten in Abzug gebracht werden. Es ergibt das einen Kapitalaufwand von etwa 2180 RM je verfügbares kW Generatorenleistung.

	30. VI. 1926 bzw. 31. XII. 1926	30. VI. 1927 bzw. 31. XII. 1927	30. VI. 1928 bzw. 31. XII. 1928	30. VI. 1929 bzw. 31. XII. 1929	30. VI. 1930 bzw. 31. XII. 1930
An die Leitungsnetze angeschlossene 1000 Einwohner					
a) In den Landbezirken	1099	1108	1115	1116	1057,5
b) In den Städten	863	866	870	876	880,8
c) Insgesamt	1962	1974	1984	1992	1938
Bevölkerung in (Millionen)	2,789	2,798	2,811	2,821	2,809
Der mit Elektrizität versorgte Teil der Bevölkerung (in Prozent der gesamten Bevölkerung)	70,5	71	71	71	69
Verwendete Kapitalien (in Mill RM)					
a) Für Kraftanlagen und Leitungsnetze	1012	1050	1070	1150	1155
b) Als Abschreibungen zurückgezahlt	148	170	180	202	244
c) Buchwert der Anlagen	880	882	890	950	911
d) ,, ,, Kraftanlagen	422	423	449	488	484
e) ,, ,, Leitungsnetze	455	455	443	460	428
Gesamtleistung der Kraftanlagen (in 1000 kW)	445	470	494	568	550
davon Wasserkraft	425	450	474	548	530
,, Dampf-, Diesel- und Ölanlagen	20	20	20	20	20
Transformatorkapazität der Verteilungsnetze (in 1000 kVA)	663	685	720	755	764
Durchschn. Ausbaukosten je 1 kW Generatorleistung im Kraftwerk (RM)	950	905	905	855	880
Durchschn. Ausbaukosten je 1 kVA Transformatorkapazität an die Verteilungsnetze angeschlossen (RM)	690	666	613	608	562
Für die Elektrizitätslieferung zu bürgerlichen Zwecken standen zur Verfügung (1000 kW)	500	515	525	598	590
Gesamthöchstbelastung (in 1000 kW)					
a) In den Landbezirken	151,2	155,4	161,1	162,2	170,3
b) In den Städten	249,7	260,8	269,1	273,0	280,8
c) Insgesamt	408,7	423,9	438,5	445,0	461,4
Höchstbelastung je Einwohner (in kW)					
a) In den Landbezirken	0,138	0,140	0,144	0,145	0,161
b) In den Städten	0,289	0,302	0,309	0,311	0,32
c) Insgesamt	0,208	0,215	0,221	0,223	0,24
Gesamteinnahmen je Jahr (in Mill RM)					
a) In den Landbezirken	39,4	39,4	36,5	34,8	34,5
b) In den Städten	57,1	56,9	58	57,1	58,2
c) Insgesamt	97,5	97	95,5	93	93,7
Gesamtausgaben je Jahr (in Mill RM)					
a) In den Landbezirken	49,7	49,5	46,8	43,9	41
b) In den Städten	56,9	55,2	54,5	55,2	55,9
c) Insgesamt	107,5	106	102	100	97,5
Durchschn. Einnahmen je 1 kW der Höchstbelastung (in RM)					
a) In den Landbezirken	259	253	226	214	201
b) In den Städten	229	219	215	209	208
c) Insgesamt	239	230	217	209	202
Durchschn. Ausgaben je 1 kW der Höchstbelastung (in RM)					
a) In den Landbezirken	318	320	290	271	240
b) In den Städten	227	211	202	202	199
c) Insgesamt	263	251	232	222	211
Zahl der Verwaltungen	372	372	373	374	360
Durchschn. Einwohnerzahl je Verwaltung	5300	5350	5380	5350	5420

Die gesamte Höchstbelastung ist 1930 auf etwa 461 000 kW gestiegen. Die gelieferten bzw. erzeugten kWh werden bei den meisten Elektrizitätswerken Norwegens nicht gemessen — man muß daher die jährliche Stromerzeugung der Werke schätzen. Rechnet man mit einem mittleren Jahresbelastungsfaktor von 0,6, so dürfte im Jahre 1930 die bürgerliche Elektrizitätslieferung an die Konsumenten annähernd 500 Mill kWh betragen. Je angeschlossenen Einwohner dürften jährlich etwa 1290 kWh verbraucht sein, hiervon etwa 70 % für Licht, Kochen und Wärme in den Haushaltungen.

Die Verwendung der elektrischen Arbeit in den elektrotechnischen und elektrochemischen Betrieben ist natürlich wesentlich größer. Auch hier kann man die Gesamtlieferung nur annähernd nach der Gesamthöchstbelastung und dem wahrscheinlichen Jahresbelastungsfaktor schätzen. Es ist anzunehmen, daß 1929/30 bzw. 1930 etwa 7000 Mill kWh großindustriellen Zwecken gedient haben.

Demnach sind während der genannten Zeit in Norwegen etwa 9500 Mill kWh erzeugt bzw. ausgenutzt worden, was etwa 3250 kWh/Einwohner ausmacht.

Die ganze bürgerliche Stromversorgung erbrachte an Einnahmen im Jahre 1929/30 bzw. 1930 etwa 93,5 Mill RM, während die Ausgaben insgesamt etwa 97,5 Mill RM betragen. Es hat sich also im ganzen ein Verlust von etwa 4 Mill RM ergeben, wenn man die Zinsen und Abschreibungen mit in Betracht zieht. Die durchschnittlichen Einnahmen je kWh betrugen etwa 0,038 RM, die mittleren Ausgaben etwa 0,0392 RM. Beide Zahlen sind niedriger als im Jahre 1928/29 bzw. 1929, die Preise, die für Elektrizität in Norwegen berechnet werden und schon früher sehr niedrig waren, werden infolgedessen weiter heruntergedrückt.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 318.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden dem System 156 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System 156, die Formen Wki, Wki 2 und Wki 3, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der **Elektrizitätszählerfabrik Mierisch & Kubat G. m. b. H. in Berlin.**

Berlin-Charlottenburg, den 22. VI. 1932.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

P a s c h e n.

Beschreibung.

Zusatz zu System 156,

die Formen Wki, Wki 2, Wki 3, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Elektrizitätszählerfabrik Mierisch & Kubat G. m. b. H. in Berlin.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 292 vom 8. XI. 1930 (ETZ 1931, S. 80) zur Beglaubigung zugelassenen, von der Firma Vinzenz Kubat in Berlin hergestellten Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom der Formen Wki, Wki 2 und Wki 3 des Systems 156 werden jetzt von der Elektrizitätszählerfabrik Mierisch & Kubat G. m. b. H. in Berlin in unveränderter Ausführung hergestellt und können für die gleichen Meßbereiche, wie sie in der Bekanntmachung Nr. 292 angegeben sind, beglaubigt werden.

[1] Reichsministerialblatt 1932, S. 438.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Die Wärmekraftzentrale der Società Adriatica di Elettricità in Venezia-Marghera. — Auf dem letzten Kongreß des italienischen A. E. I. berichtete Mario Mainardis ausführlich über das von ihm entworfene Wärmekraftwerk der Società Adriatica di Elettricità, das vor kurzem im ersten Ausbau fertiggestellt wurde. Das Werk liegt im Schwerpunkt des Verteilungsnetzes der Adriaticagruppe in dem neuerschlossenen Industriegelände, von Mestre bei Venedig an großen Kanälen, die mit dem Meere verbunden sind (Abb. 1). Das Werk ist als Hilfswerk für die wasserarmen Zeiten gedacht, wenn die Alpenwerke der Gruppe die Leistung nicht aufbringen können.

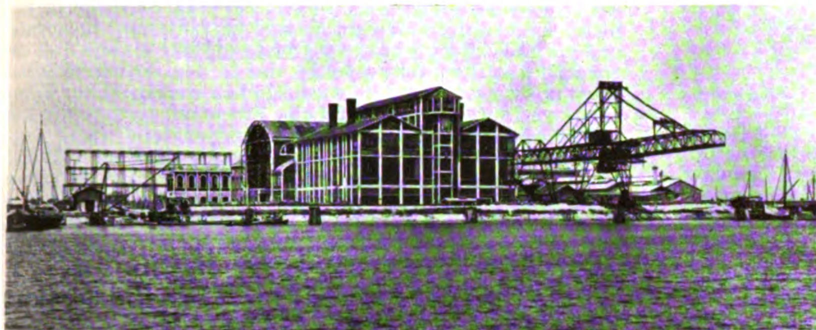


Abb. 1. Gesamtansicht des Werkes von der Wasserseite.

Im Werke wurden Maschinengruppen von 16 000 kW und eine von 25 000 kW aufgestellt, die aber verdoppelt werden sollen, so daß das Werk 120 000 kW bei Endausbau liefern kann. Die Leistung der 16 000 kW-Gruppen wird in das 55 kV-Netz geliefert, während die dritte Gruppe in das 120 kV-Netz abgibt. Der thermische Wirkungsgrad ergab 21,5 %, welches einem Wärmeverbrauch von 4000 cal für 1 kWh an den Generatorklemmen entspricht. Mithin war der Kohlenverbrauch (Heizwert = 8000 cal) 0,500 kg für die Nutz-kWh, und der Naphthaverbrauch (Heizwert 10 000 cal) 0,400 kg für die Nutz-kWh.

Die Eigenart des Bodens machte für Kessel und Turbinen großflächige Fundamente notwendig, so daß die Belastung 1,5 kg/cm² nicht überschritten wurde.

Das Kraftwerk ist für Kohlen- und Naphthafeuerung eingerichtet. Das Kohlenlager gestattet 20 000 t zu lagern. Die zwei Naphthabehälter fassen insgesamt 12 000 t. Die Verbrennung der Naphtha geschieht durch Zerstäubungsbrenner unter Luftzuführung.

Um dem Betrieb die nötige Elastizität zu geben, sind 6 Kessel (bei vollem Ausbau 12) aufgestellt, die in zwei symmetrisch angeordneten Kesselhäusern untergebracht sind. Vorläufig ist das eine Gebäude mit den 6 Kesseln errichtet. Für die ersten zwei Maschinengruppen wurden 4 Kessel von je 1200 m² Heizfläche erstellt, so daß bei 30 kg Dampf für 1 m² Heizfläche jede Gruppe bei Vollast mit nur 2 Kesseln laufen kann. Bei erhöhter Beanspruchung (40 kg/m² Dampferzeugung) kann man einen Kessel als Reserve halten. Für die dritte Maschinengruppe wurden 2 Kessel von 1700 m² Heizfläche erstellt. Alle Kessel sind Schrägrohrkessel, u. zw. 2 geliefert von Tosi (System Babcok & Wilcox), 4 von Borsig, 2 zu 1200 m², 2 zu 1700 m², und 2 der Type Springfield-Boiler Co. (V. S. Amerika), jedoch in Italien gebaut. Die kleinen Kessel haben Kohle-, die größeren Naphthaheizung. Die Kohlenfeuerung ist mit Kesselrosten der Underfeedstoker-Riley-Type ausgestattet. Dem Kesselmauerwerk wurde besondere Sorgfalt zugewendet. Meßinstrumente für eine exakte Wärmekontrolle sind in ausreichendem Maße vorhanden.

Das Maschinenhaus, Abb. 2, hat eine Länge von 65 m, eine Breite von 30 m und eine Höhe von 20 m. Der Ausbau ist für 5 Turbogruppen vorgesehen, während vorläufig nur 3 Gruppen aufgestellt sind, zwei von 16 000 kW und eine von 25 000 kW. Die Turbinen sind Schnelläufer mit 2520 U/min, da der Preis zu dieser Drehzahl 30 ... 40 % niedriger war als bei 1260 U/min. Die Turbinen sind solche von Tosi, Legnano, die mit Ganzgeneratoren gekuppelt sind. Überlastbarkeit 20 %, Dampfdruck 25 kg/cm² und 375 ° C. Die Generatoren Ganz haben folgende Daten: Normallast 22 000 kVA bei Leistungsfaktor 0,7 und Spannung regelbar von 9500 bis 11 500 V. Dauernd überlastbar bis 26 500 kVA bei $\cos\varphi = 0,6$ in Nacheilung bei 10 500 V oder in Voreilung mit der Möglichkeit, bei 20 000 kVA mit $\cos\varphi = 0$ in Nach- oder Voreilung bei 10 500 V Betrieb zu machen. Sternschaltung, normale Drehzahl 2520, bei der Prüfung 3500 während 1 min. Wirkungsgrad bei Normallast und $\cos\varphi = 0,7$ einschl. aller Verluste 96 %. Der dritte Generator hat dieselben Daten bei einer Normallast von 36 000 kVA und Dauerüberlast von 43 200 kVA. Insgesamt haben die drei Gruppen also eine Normalleistung von 80 000 kVA und sind bis 115 000 kVA überlastbar. Die Gewichte der Generatoren sind 100 t bzw. 110 t. Der Kurzschlußstrom bei ungünstigster Last übersteigt nicht das 2,6fache des normalen Stromes. Die Statorkühlung erfolgt durch Meerwasser.

Für die ersten zwei Gruppen sind 2 Drehstromtransformatoren von 22 000 kVA und 11 500/57 500 V bei Vollast und $\cos\varphi = 0,75$ aufgestellt. Die Transformatoren sind in der Unterspannung in Dreieck, in der Oberspannung in Stern geschaltet. Der Wirkungsgrad ist bei $\cos\varphi = 0,75$ 98,1 %. Das Gewicht einschl. Öl beträgt 57 000 kg. Die Transformatoren haben Meerwasserkühlung. Für die dritte Gruppe und die Aufwärtsspannung auf 120 kV bzw. 50 000 V sind 2 Transformatoren von je 36 000 kVA Dauerleistung, die als Aufwärts- und Abwärtsspanner dienen können, vorhanden. Die Übersetzungsverhältnisse sind: 10,5 : 50 : 120 und 120 : 50 : 10 kV bei Vollast und $\cos\varphi = 0,7$. Die Transformatoren sind im Freien aufgestellt. Die 10,5 kV-Wicklungen sind in Dreieck, die von 50 bzw. 120 kV in

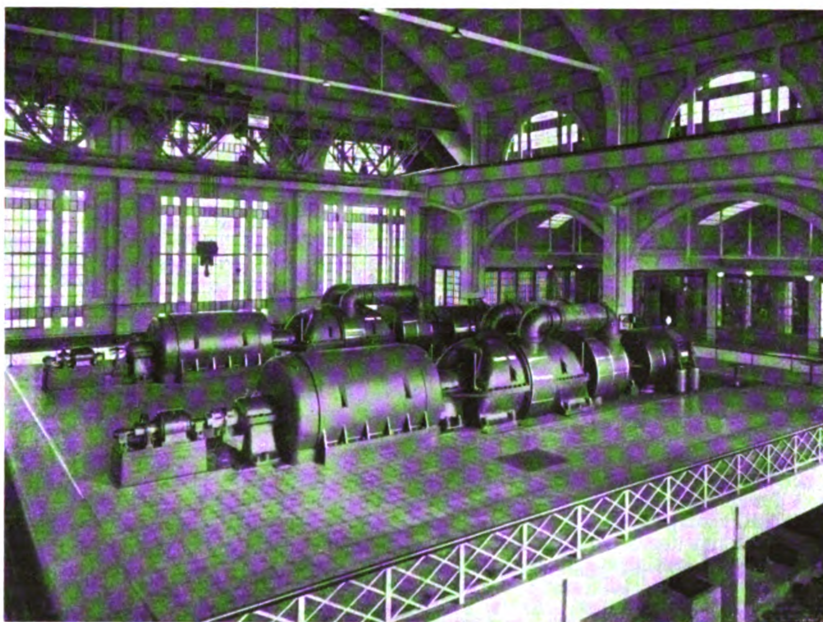


Abb. 2. Ansicht des Maschinenraumes.

Stern geschaltet. Die Transformatoren haben Luftkühlung (400 m^3/min bei 80 mm Wassersäule) und Buchholzschutz. Das Gewicht ist 130 000 kg. Die Lieferung erfolgte von Brown Boveri, Mailand.

Bezüglich des weiteren elektrischen Teiles des Kraftwerkes ist noch zu bemerken, daß der Teil für 10 und 50 kV im Gebäude untergebracht ist, während der Teil für 120 kV als Freiluftzentrale ausgebildet wurde.

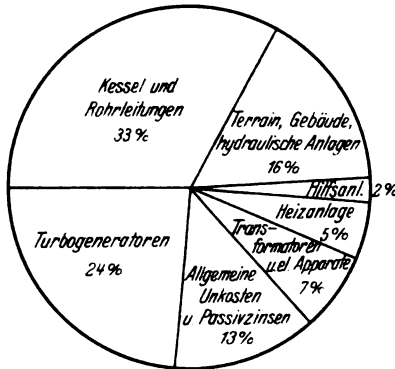


Abb. 3. Aufteilung der Anlagekosten.

Interessant ist der ökonomische Teil der Anlage. Die Anlagekosten für die drei bisher erstellten Gruppen haben sich zu 835 L (= 182 RM)/kW ergeben. Die Aufteilung geht aus der Abb. 3 hervor. Die Gebäudekosten für 1 m^3 waren

für den Kessel- und Pumpenteil	40 L
„ „ Turbogeneratorenteil	60 „
„ „ Schaltapparatenteil	75 „

Dem entsprechen an Gebäudeentstehungskosten:

Kesselhaus für je 1 m^2 Heizfläche	225 „
Maschinenhaus für je 1 erstelltes kW	24 „
Schalthaus für je 1 erstelltes kVA	7 „

Das Kraftwerk hat in den Jahren 1928 und 1929 insgesamt 1000 h in Betrieb gestanden. Der Brennstoffverbrauch bei den Abnahmeproben war für 1 kWh (an den Generatorklemmen) 0,532 kg bei 7800 cal, während 0,525 kg garantiert waren. Im Mittel ergab sich im Laufe der Zeit für die aus der Zentrale hinausgehende Kilowattstunde ein Verbrauch von 0,6 kg Cardiff-Kohle und 0,450 kg Naphtha. (Elettrotecnica Bd. 17, S. 525, 566 u. 593.) *Rtz.*

Leitungen.

Mastfüße für Holzmaste. — Auf Grund eingehender Betrachtungen, die im wesentlichen von den Anforderungen des Betriebes ihren Ausgang nehmen, empfiehlt Binswanger gegenüber Mastfüßen in Zangenform zylindrische Betonmastfüße, die gleichzeitig an 2 entgegengesetzten Seiten einen Holzmast aufnehmen können. An solchen kann der neue Mast neben dem alten auszuwechselnden angebracht werden, so daß letzterer beim Umarmieren und Umlegen der Leitung nicht mehr bestiegen zu werden braucht, wodurch jede Gefährdung des Montagepersonals vermieden wird. Unter Benutzung von Erfahrungswerten der Kosten und der Lebensdauer von rohen und imprägnierten Holzmasten sowie der Auswechselungskosten vergleicht Binswanger dann die Gesamtaufwendungen für eine 2,1 km lange 20 kV-Leitung mit 3 × 35 mm^2 Kupferquerschnitt über einen Zeitraum von 42 Jahren bei 4 verschiedenen Ausführungsarten: I. Kyanisierte Holzmaste bei 60 m Spannweite, Auswechselung nach je durchschnittlich 14 Jahren, also im ganzen dreimal. II. Kyanisierte Holzmaste wie vor erhalten nach durchschnittlich 14 Jahren Betonmastfüße, werden zunächst nur über Erde abgeschnitten, nach weiteren 7 Jahren durch neue Maste ersetzt, die nach weiteren 21 Jahren abermals ausgewechselt werden. Die Spannweite wird beim Einbau der Mastfüße auf 75 m vergrößert. III. Von vornherein kyanisierte Maste an Betonmastfüßen mit 75 m Spannweite; die Holzmaste werden nach durchschnittlich 21 und 42 Jahren ausgewechselt. IV. Rohe Maste an Betonmastfüßen mit 75 m Spannweite, werden nach durchschnittlich 14, 28 und 42 Jahren ausgewechselt. Die Gesamtaufwendungen für die 4 Varianten (ohne die Leitung selbst und ohne Spezialmaste) betragen nach den genau spezifizierten Ausrechnungen Binswangers 7214, 5358, 4416 und 4658 RM. Die Ersparnis bei nachträglichem Einbau von Mastfüßen beträgt also etwa 25 %, bei Verwendung der Mastfüße von Anfang an fast 40 %. Auch rohe Maste an Betonmastfüßen bieten Vorteile. Zu diesen Ausrechnungen wäre zu bemerken, daß auch bei der Holzmastleitung Fall I unbedenklich eine Spannweite von 75 m gewählt und dadurch die Kosten für diesen Fall herabgesetzt werden könnten. Auch dann aber würden die anderen Ausführungsarten noch wirtschaftlich vorteilhafter sein. (Elektr. Wirtsch. Bd. 31, S. 145, 194 u. 237.) *pc.*

Elektromaschinenbau.

Über zusätzliche Verluste in Transformatoren. — Das Streufeld eines Transformators mit völlig symmetrischem Aufbau der Primär- und Sekundärwicklung dringt in die Konstruktionsteile und in die Kastenwand nur in geringem Maße ein, so daß dort keine erheblichen Verluste hervorgerufen werden. Anders werden die Verhältnisse, wenn der Wicklungsaufbau unsymmetrisch wird, wie es z. B. der Fall ist, wenn eine Wicklung mit Anzapfungen versehen ist. In diesem Falle können in den genannten Teilen erhebliche Verluste auftreten. Bei Transformatoren großer Leistung, die allgemein Zylinderwicklung erhalten, legt man die Abschaltwindungen mit Vorliebe in die Mitte der Wicklung, weil dann die Kurzschlußkräfte besser zu beherrschen sind.

Der Strombelag der angezapften Wicklung, der dort, wo die abgeschalteten Windungen liegen, eine Lücke aufweist, läßt sich in zwei fiktive Teile zerlegen, von denen der eine entgegengesetzt gleich ist dem Strombelag der nicht angezapften Wicklung und mit diesem zusammen das normale Streufeld erregt, während der andere Teil ein zusätzliches Streufeld erzeugt, das in dem Raum zwischen Kern und Kastenwand im wesentlichen senkrecht zur Kernachse verläuft. Der zusätzliche Streufluß tritt in die Kastenwand und in gewisse Konstruktionsteile (z. B. Zugstangen) ein und benutzt diese teilweise als Weg, ruft also auch in ihnen zusätzliche Verluste hervor. Bei Annahme eines konstanten Abstandes zwischen Kern und Kastenwand kann man in ähnlicher Weise wie das Querfeld einer Nut das zusätzliche Feld und damit auch die von ihm hervorgerufenen Verluste annähernd berechnen.

In Wirklichkeit ist der Abstand zwischen Kern und Kastenwand nur dann für einen größeren Teil des Kastenumfanges konstant, wenn der Kasten an den Stirnseiten halbkreisförmig ausgebildet ist. In allen anderen Fällen steht dem Kern, dessen Querschnitt meistens als kreisförmig angesehen werden kann, eine ebene Kastenwand im senkrechten Abstand δ gegenüber. Die wirkliche Anordnung wird dann auf eine solche mit dem konstanten Abstand δ zurückgeführt. Dies geschieht durch Einführen einer ideellen Breite b', deren Größe in bezug auf bekannte Abmessungen des Transformators durch Zeichnen von Feldbildern bestimmt wird.

Mit der Abkürzung

$$\Lambda = \frac{1}{5} m^2 + \frac{2}{5} m^3 - \frac{1}{15} m^4 \qquad (21)$$

ergibt sich für die Berechnung der Verluste die Gleichung

$$V_w = 2{,}59 \frac{k_m}{\varrho} \left[\frac{r_m}{r_a} \cdot \frac{1}{\delta} \frac{A_1}{100} \left(\frac{L}{10} \right)^2 \frac{f}{100} \right]^2 L\, b\, \Delta\, \Lambda ; \qquad (22)$$

darin bedeuten:

- V_w Wirbelstromverluste in Watt,
- ϱ den spezifischen Widerstand des Eisenbleches in $\Omega\, mm^2/m$ ($\approx 0{,}13$),
- k_m Rückwirkungsfaktor der Wirbelströme,
- A_1 Effektivwert des Strombelages der nicht unterbrochenen Wicklung in A/cm,
- L halbe Länge der Wicklung eines Schenkels in cm,
- f Frequenz in Per/s,
- Δ Blechstärke in cm,
- M halbe Länge der Lücke im Strombelag,
- $m = \frac{M}{L}$,
- r_i Radius des Kernkreises in cm,
- r_a Abstand der Kesselwand von der Kernmitte in cm,
- $r_m = \frac{r_a + r_i}{2}$
- $\delta = r_a - r_i$

(F. Heiles, Fachberichte der 34. Jahresversammlung des VDE in Aachen 1929, S. 71.) *Sb.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Elektromagnet zur Befestigung einer stroboskopischen Scheibe an Motoren ohne freien Wellenstumpf. — Zur Ausführung der Schlupfmessung nach dem stroboskopischen Verfahren hat man eine Schlupfscheibe fest mit dem zu untersuchenden Motor zu kuppeln. Hat der Motor zwei freie Wellenstümpfe, von denen der eine die Riemenscheibe oder Kupplung trägt, so kann auf dem anderen in bequemer Weise die Schlupfscheibe angebracht werden. Ist ein zweites freies Wellenende aber nicht vorhanden, wie bei den meisten serienmäßig hergestellten

Motoren, so bereitet die Anbringung der Schlupfscheibe oft Schwierigkeiten. Den tragenden Teil der Welle nach Abnahme des Lagerdeckels anzubohren, ist nicht immer möglich, weil durch herabfallende Bohrspäne das Lager bei späterem Lauf beschädigt werden kann. Zur Befestigung der Scheibe kann man nun einen Mantelmagnet für 120 V Gleichspannung benutzen. Er besteht nach Abb. 4 aus einem zylindrischen Eisengehäuse *a*, einer

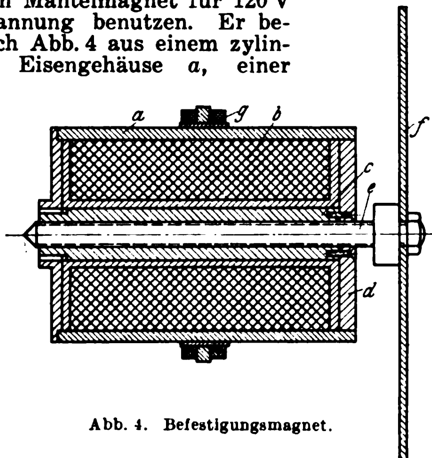


Abb. 4. Befestigungsmagnet.

Drahtspule *b* von 1800 AW, (3000 Windungen bei 0,6 A) und einem Eisenkern *c*, der mittels zweier kleiner Schrauben an einer Verschlußscheibe *d* befestigt ist. Durch diesen Eisenkern führt eine Spitzenschraube *e* zum Laufend-Einstellen des Magneten und zur Befestigung der stroboskopischen Scheibe *f*. Auf dem Eisengehäuse sind zwei

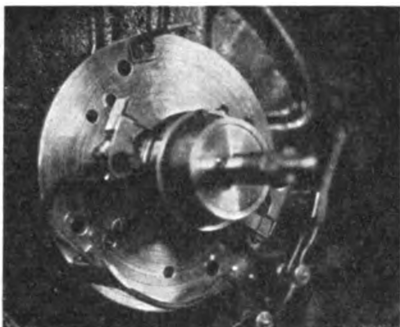


Abb. 5. Magnet mit stroboskopischer Scheibe.

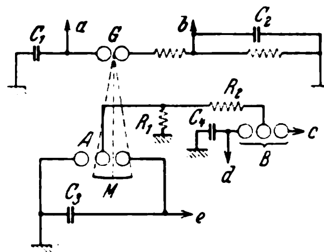
isoliert aufgesetzte Schleifringe *g* befestigt, zu denen die Enden der Spule geführt sind. An einer Scheibe, die leicht am Motorgehäuse zu befestigen ist, befinden sich zwei Bürstenhalter und ein Klemmenbrett, von wo der Spule die Spannung zugeführt wird. Abb. 5 zeigt den Magneten mit Scheibe unter Spannung. Man sieht,



Abb. 6. Magnet betriebsfertig.

daß die Scheibe bei abgenommenem Lagerdeckel am Lagerschild angebracht ist. Um nun ein Abfliegen des Elektromagneten bei etwaigem Ausbleiben der Gleichspannung zu verhüten, ist derselbe mit einem Schutzgehäuse umgeben, welches gleichzeitig an der Eisenscheibe angebracht ist. Abb. 6 zeigt nun die ganze Apparatur in fertigem Betriebszustand. H. M a u , Hannover.

Schaltung zur Aufnahme einmaliger willkürlicher Vorgänge mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. — Abb. 7 zeigt eine Abänderung der bekannten amerikanischen Dreifach-Funkenstreckenschaltung, die besonders für sehr hohe Spannung des aufzunehmenden Vorgangs, also z. B. bei Stoßanlagen, geeignet und dadurch charakterisiert ist, daß zwischen der zu untersuchenden Hochspannungsleitung (Funkenstrecke *G*) und der die Zeitablenkung und Erregerspannung des Oszillographen auslösenden Hilfsfunkenstrecke *A* keine elektrische Verbin-



a zum Gleichrichter 1
b zum Meßplattenkreis
e zur Zeitablenkung und Strahlsperrung
d zum Gleichrichter 2
e zum Gleichrichter 3
R_1 10^6 Ω
R_2 10^5 Ω
C_1 0,023 μF
C_2 0,25 μF

Abb. 7.

dung besteht. Nach einem Vorschlag von S p a r r o w wird nämlich die vorgespannte Hauptfunkenstrecke *G* durch das ultraviolette Licht beim Überschlag von *A* gezündet, das durch einen Hohlspiegel *M* aus Aluminium auf die Kathode von *G* konzentriert wird. Die Schaltung wurde am Blitzgenerator bis zu 430 kV ausprobiert, wobei *G* und *A* bis zu 7 m voneinander entfernt waren. (L. B. S n o d d y u. I. C. S t r e e t, Gen. electr. Rev. Bd. 34, S. 258.) *Kll.*

Ein photoelektrischer Trübungsmesser. — Über die Wichtigkeit der Photozelle und ihre Vorzüge auf den verschiedensten Gebieten der neuzeitlichen Technik ist in den Fachzeitschriften im Laufe der letzten Jahre häufiger berichtet worden[1]. Für Meßzwecke selbst empfiehlt es sich nicht, einfache Verstärkereinrichtungen mittels der Elektronenröhre zu verwenden, da diese Schaltungen leicht große Meßfehler verursachen können. Aus diesem Grunde bedient man sich in der Meßtechnik besser der bekannten

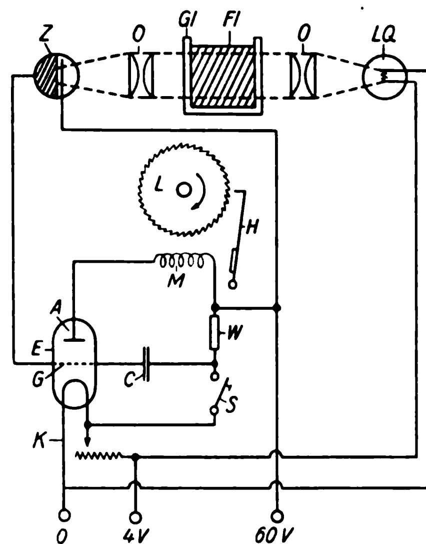


Abb. 8. Schaltbild eines photoelektrischen Trübungsmessers.

Elektrometerschaltungen. Eine solche Elektrometermethode in technisch durchgebildeter Art benutzt das selbsttätige Elektrophotometer nach Dr. G e f f c k e n und Dr. R i c h t e r[2], welches dazu dient, Trübungen von Flüssigkeiten, Farbänderungen sowie Lichtdurchlässigkeiten zu messen. Der optische Teil der Einrichtung, welcher aus einem an der rechten Seite herausragenden Lampengehäuse, einem Linsensatz und einem Blendensystem besteht, wodurch der zum Messen verwendete Lichtstrahl auf die Photozelle geworfen wird, ist von der elektrischen Schalteinrichtung völlig getrennt. Aus dem in Abb. 8 dargestellten Schaltbild ist ersichtlich, daß die Photozelle am Gitter *G* der Elektronenröhre *E* liegt. Vor Beginn

[1] ETZ 1931, S. 454, 861, 1042, 1095, 1258.
[2] Hersteller: H. A. Freye K.-G., Braunschweig.

jeder Messung wird das Gitter durch Betätigung des Schalters S um -60 V aufgeladen. Beim Öffnen dieses Schalters S wird die dem Gitter zugewandte Belegung des Kondensators C über den Widerstand positiv geladen, während die mit dem Gitter in Verbindung stehende Belegung aus der Anodenröhre eine entsprechende Menge Elektronen aufnimmt. Schließt man nun den Schalter S, so strömen die vorher auf dem Kondensator C elektrostatisch gebundenen Elektronen auf das Gitter zurück, wodurch dasselbe negativ aufgeladen wird. Diese Methode der indirekten Gitteraufladung gewährleistet eine hohe Isolation. Auch erspart man hierbei eine besondere Spannungsquelle für die Gitteraufladung. Weiterhin liegt im Anodenstromkreis das Relais M. Sobald der Photostrom stark genug ist, um den Kondensator zu entladen, setzt der Anodenstrom in der Röhre wieder ein und betätigt das Relais M. Mit Hilfe dieses Relais M wird das Uhrwerk, welches bei Beginn der Messung selbsttätig in Bewegung gesetzt wird, arretiert. Der abgelesene Wert entspricht also der Stärke des Photostroms und somit dem Grad der gesuchten Lichtdurchlässigkeit. Die Handhabung der Apparatur ist außerordentlich einfach, da mittels des Starthebels der gesamte Meßvorgang selbsttätig ausgelöst wird. G. Gollnow.

Bahnen und Fahrzeuge.

Aus dem Geschäftsbericht der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft über das 7. Geschäftsjahr 1931[1]. — Die Verschärfung der Wirtschaftskrise hat sich auch auf die Reichsbahn in hohem Maße ausgewirkt. Die Gegenüberstellung von Einnahmen und Ausgaben in der Betriebsrechnung läßt den Ernst der finanziellen Lage der Gesellschaft klar erkennen. Die Sparsamkeitsmaßnahmen, die die Reichsbahn infolge des Rückgangs auf dem Gebiete des Güter- und Personenverkehrs allgemein durchführen mußte, haben zur Folge gehabt, daß die Streckenlänge der elektrisch betriebenen Eisenbahnen nur gering gestiegen ist. Die Streckenlänge betrug Ende 1931: 1330 km (1297 km im Vorjahr) Fernstrecken und 268 km (268 km i. V.) Stadt- und Vorortstrecken, zusammen 1598 km (1565 km i. V.), das sind 3 % (2,9 % i. V.) der gesamten Streckenlänge der Deutschen Reichsbahn.

Neu in Betrieb genommen wurde im Berichtsjahr die Strecke Nannhofen—Augsburg. Auf der Strecke München—Nannhofen trat insofern eine Erweiterung des bereits bestehenden elektrischen Betriebes ein, als bis dahin die Schnellzüge noch mit Dampflokomotiven gefahren werden mußten, weil die Umspannung in Nannhofen aus betrieblichen Gründen nicht in Frage kam. In Angriff genommen wurde die Einrichtung des elektrischen Zugbetriebes auf der Strecke Augsburg—Stuttgart (178 km) und auf der abzweigenden Güterbahnlinie Untertürkheim—Kornwestheim (11 km). Die Kosten für diese Arbeiten wurden etwa zur Hälfte von Lieferanten gestundet, während der Rest von der Reichsbahn unter Mitverwendung von Mitteln der wertschaffenden Arbeitslosenfürsorge selbst finanziert wird; im Zusammenhang mit diesen Arbeiten wurde der elektrische Ausbau der Nahverkehrstrecken Stuttgart—Eßlingen und Stuttgart—Ludwigsburg (zusammen 27 km) gefördert. Am Jahresschluß waren für beide Streckenbereiche alle wesentlichen Aufträge zum Bau der ortsfesten elektrischen Anlagen vergeben und die erforderlichen Triebfahrzeuge bestellt. Der größte Teil der an Bauwerken, Tunneln und Gleisen vorzunehmenden Änderungen zur Freilegung des lichten Raumes für die Fahrdrahtanlage war ausgeführt. Der Bau der ortsfesten Anlagen auf der Strecke Augsburg—Stuttgart wurde, der Wirtschaftslage entsprechend, weiter betrieben. Anfang Juli wurde mit der Stadtgemeinde Stuttgart und der Neckarwerke AG. der Stromlieferungsvertrag für die Bahnstromversorgung der Stuttgarter Nahbahnen geschlossen.

Gegen Jahresende wurde die Elektrisierung der 40 km langen, stark steigenden Strecke Hirschberg—Schmiedeberg—Landeshut in Schlesien beschlossen und die Genehmigung zur Umstellung der Berliner Wannseebahn auf elektrischen Betrieb erteilt. Bei der schlesischen Strecke handelt es sich im wesentlichen um die Ausrüstung mit der Fahrdrahtanlage. Triebfahrzeuge brauchen nicht beschafft zu werden, weil die in Hirschberg zur Verfügung stehenden für den Betrieb dieser Strecke ausreichen. Die Triebwagenzüge für die Wannseebahn waren am Jahresende bestellt.

Für das der Reichsbahn gehörende Kraftwerk Altona wurde eine Reihe ölfreier Hochleistungsschalter (Expansionsschalter) beschafft. Im Juni wurde zur Unterstützung der Bahnstromerzeugung dieses Kraftwerkes ein Vertrag mit den H.E.W. über Lieferung von Einphasenstrom geschlossen. Das Unterwerk Traunstein wurde im September in vollem Umfang in Betrieb genommen, und im Unterwerk Lauban ein neuer Transformator für 2600 kVA aufgestellt. Die 80 kV-Doppelfernleitung in Schlesien wurde in dem Abschnitt Mittelsteine—Niedersalzbrunn probeweise mit einem Selektivschutz versehen, so daß bei Kurz- oder Erdschluß nur die gestörte Leitung abgeschaltet wird.

Von den im Vorjahr bestellten elektrischen Fahrzeugen wurden angeliefert die 4 elektrischen Güterzug-Lokomotiven mit vier Triebachsen und der Rest der für die Berliner S-Bahn bestimmten 70 Trieb- und 93 Beiwagen sowie 3 Wechselstrom-Doppeltriebwagen für die Hamburger Stadt- und Vorortbahn. Bestellt wurden 5 Rangierlokomotiven für Bayern und 3 Schnellzuglokomotiven mit 130 km/h Höchstgeschwindigkeit für die Reichsbahndirektion Halle. Für die Stuttgarter Nahbahnen wurden 16 Trieb- und 12 Steuerwagen in Auftrag gegeben. Aus Anlaß der Elektrisierung der Strecke Augsburg—Stuttgart wurden 2 Schnellzuglokomotiven, 20 Personenzug-Lokomotiven, 2 Güterzug-Lokomotiven, 6 Wechselstromtrieb- und 4 Steuerwagen bestellt. Gegen Ende des Jahres wurden im Interesse der Arbeitsbeschaffung bereits die Aufträge für das Fahrzeugbeschaffungsprogramm 1932 zum Teil herausgegeben. Dieses Programm umfaßt 4 elektrische Personenzug-Lokomotiven (Bauart Bo + Bo) für die Gebirgstrecke Reichenhall—Berchtesgaden, 5 Wechselstrom-Triebwagen mit 18 t Achsdruck für Hauptstrecken nebst 4 Steuer- und 3 Beiwagen, ferner 1 Wechselstrom-Triebwagen mit 16 t Achsdruck für die Wiesenthalbahn, 2 Wechselstrom-Doppeltriebwagen für die Hamburger Stadt- und Vorortbahn sowie 2 Wechselstrom-Gütertriebwagen. Die letzteren sollen in Bayern der Beschleunigung und Verbilligung des Stückgutverkehrs dienen. Für die Wannseebahn wurden je 51 Trieb- und Beiwagen in Auftrag gegeben, u. zw. in der gleichen Ausführung wie die Wagen der Berliner S-Bahn.

Über die Betriebsleistungen des elektrischen Betriebs im Vergleich zu denen des Dampfbetriebs geben folgende Zahlentafeln Aufschluß:

Zahlentafel 1. Lokomotivkilometer insgesamt.

	Dampfbetrieb		elektrische Lokomotiven		elektrische Triebwagen	
	in 1000 km	%	in 1000 km	%	in 1000 km	%
1928	1 029 621	96,30	17 328	1,62	12 384	1,16
1929	1 066 126	94,90	18 592	1,65	28 086	2,50
1930	999 156	94,18	18 644	1,76	31 868	3,00
1931	931 022	93,69	18 650	1,88	31 865	3,21

Zahlentafel 2. Nutzkilometer insgesamt.

	Dampfbetrieb		elektrische Lokomotiven		elektrische Triebwagen	
	in 1000 km	%	in 1000 km	%	in 1000 km	%
1928	617 504	94,46	14 443	2,21	12 157	1,86
1929	636 146	92,20	15 504	2,25	27 897	4,04
1930	613 965	91,43	15 470	2,30	30 977	4,62
1931	586 239	90,98	15 438	2,40	30 766	4,77

Der Personenverkehr hat gegen das Vorjahr auch im Stadt-, Ring- und Vorortverkehr in Berlin und Hamburg wesentlich abgenommen.

Der Bestand an elektrischen Lokomotiven ist mit 399 Stück am Ende des Berichtsjahres gegenüber dem Vorjahr unverändert geblieben. Infolge der geringeren Gesamtzahl der Lokomotiven hat sich das prozentuale Verhältnis von 1,7 % im Vorjahr auf 1,8 % im Berichtsjahr gehoben. Die Jahresdurchschnittszahl der Lokomotiven betrug ebenfalls 399 Stück (1,7 %) gegenüber 393 im Vorjahr (1,7 %).

Unter den Sicherungseinrichtungen, die an vielen Stellen ergänzt und verbessert wurden, wurde eine größere Anzahl veralteter und abgenutzter Stellwerke vollständig erneuert, z. T. auch durch Kraftstellwerke ersetzt. Die zur Mechanisierung und Steigerung des Ablaufbetriebes auf dem Verschiebebahnhof Dresden-Friedrichsstadt begonnenen selbsttätigen Stellwerksanlagen sind vollendet worden. Die Bahnen wurden weiter mit elektrischer Streckenblockung ausgerüstet; bei bereits bestehenden Streckenblockanlagen sind Schutzmaßnahmen gegen Betriebstörungen durch Starkstromeinflüsse getroffen worden. Für die erhöhte Sicherheit innerhalb der Bahnhöfe wurde durch Einbau von Weichenzungenriegeln, Flankenschutzeinrichtungen, Herstellung besonderer Fahrstraßenfestlegungen in den Stellwerken sowie durch Anordnung von Ausfahrsignalen für durchgehende Bahnhofshauptgleise gesorgt. Ferner wurden bei größeren Bahnhöfen, auf denen es für den Fahrdienstleiter schwierig ist, die Freistellung der Einfahrgleise durch den Augenschein zu prüfen, selbsttätig wirkende Gleisfreimeldeanlagen hergestellt. Auf dem

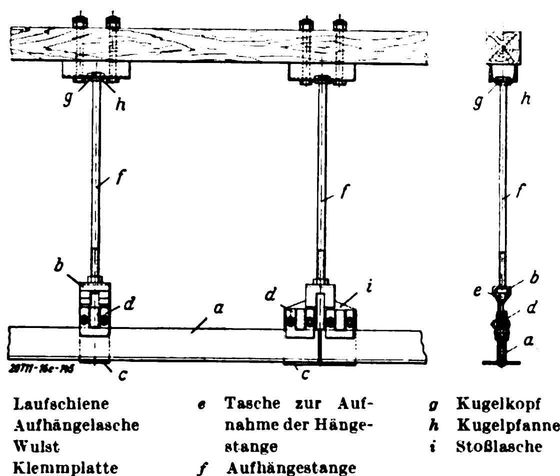
[1] Bericht über das 6. Geschäftsjahr vgl. ETZ 1931, S. 1603.

Hauptbahnhof Köln wurden zur Sicherung der Einfahrten Lichttagessignale, die durch Gleisströme gesteuert werden, eingebaut. Die Signalbilder der Haupt- und Vorsignale sind vielfach verbessert worden. Auf der Strecke Berlin—Hamburg wurden dreibegriffige Vorsignale (Warnung, Fahrt, Fahrt mit verminderter Geschwindigkeit) angebracht. Die Versuche mit Einrichtungen zur Verhinderung des Überfahrens von Haltesignalen wurden fortgesetzt und haben zur Verbesserung des elektro-induktiven Systems geführt.

Die Ausrüstung der Bahnlinien mit Streckenfernsprechern wurde vervollständigt. *W. G. M.*

Hebezeuge und Massenförderungen.

Kleinkran mit hängender Katze. — Bei dem neuen Kleinkran der Demag, Duisburg, sind entgegen der bisher üblichen Bauart von Laufkranen Kranträger und Hubkatze nicht auf die Kranbahn bzw. die Katzfahrbahn aufgesetzt, sondern an diese angehängt. Der neue Kran, der sog. Hängekran, setzt sich, um die Anlage möglichst einfach und billig zu gestalten, aus nur wenigen genormten Teilen zusammen. Die Kranbahn besteht nach Abb. 9 aus



a Laufschiene
b Aufhängelasche
c Wulst
d Klemmplatte
e Tasche zur Aufnahme der Hängestange
f Aufhängestange
g Kugelkopf
h Kugelpfanne
i Stoßlasche

Abb. 9. Laufbahn aus genormten Teilen für Hängekrane.

zwei ungleichschenkligen Winkeleisen *a*, zwischen denen in bestimmten Abständen Aufhängelaschen *b* mit Auflagewülsten *c* gesteckt sind. Die Schienen ruhen auf den Wülsten und werden durch Klemmplatten *d* gehalten. Die Laschen besitzen Taschen *e* zur Aufnahme von Hängestangen *f*, die mit Kugelköpfen *g* in der Kugelpfanne *h* der Deckenbefestigungen hängen. Die Abstände der Hängestangen werden nach der Tragkraft der Krananlage bemessen, so daß für Tragkräfte bis zu 3 t die gleichen Bauteile der Bahn verwendet werden. Nur die Anzahl der Aufhängeteile ist verschieden und nimmt mit der Tragkraft zu. Der Zusammenbau einer Krananlage gestaltet sich deshalb sehr einfach, vorhandene Krananlagen können leicht umgebaut oder durch Hinzufügung weiterer Einzelteile erweitert werden. Hierzu sind nur die neu dazukommenden Einzelteile nach dem Umbau- oder Erweiterungsplan zu beschaffen, etwa in gleicher Weise wie Einzelteile einer Rohrleitung oder einer Schalt- und Stromverteilanlage.

Die neue Kranbauweise ergibt durch ihre Ausbildung und durch Verwendung hochwertiger Baustoffe die geringsten Eigengewichte, also niedrige Belastung des Gebäudes und kleineren Reibungswiderstand der Fahrbahnen. Die Winkeleisen haben ebene Laufflächen und keine geneigten, wie sie bei der Verwendung von I-Eisen als Bahnmaterial entstehen, wenn der Unterflansch dieser Walzeisen als Laufbahn verwendet wird. Demzufolge fallen beim Laufen der Tragrollen mit Kugellagern auf der Bahn die zusätzlichen Reibungsverluste fort, die durch Laufen der Rollen auf verschiedenen Durchmessern entstehen können. Die pendelnde Aufhängung der Laufbahnen vermeidet ein Ecken und Festfahren des Krans, da die Bahn bei geringer Schrägstellung des Krans, die im Betriebe nicht vermieden werden kann, sich anders einstellt. Die Bahnreibung ist so gering, daß Lasten bis zu 3 t durch Ziehen oder Drücken an der Last durch eine Person verschoben werden können, so daß in vielen Fällen auf Haspel- oder Elektrofahrwerke verzichtet werden kann.

Der Kranträger hat das gleiche Untergurtprofil wie die Kranlaufbahn, also ebene Laufflächen. Obergurt und Steg entstehen aus der Hälfte eines I-Trägers. Die Aufhängetraverse des Kranträgers oder des Elektrohubwerkes hängt bei Tragkräften bis 750 t in zwei Drehgestellen mit je zwei Rollen. Für höhere Tragkräfte, bis 1500 kg, werden vier Drehgestelle verwendet, die paarweise durch Ausgleichhebel zur Aufnahme der Aufhängetraversen verbunden sind (Abb. 10 u. 11). Diese Ausbildung der Laufrollen gestattet das Durchfahren enger Kurven bis zu 1,2 m Halbmesser herab.

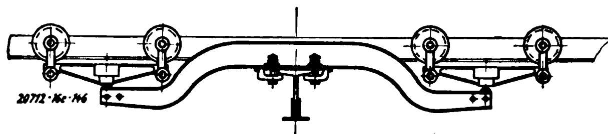


Abb. 10. Kopfträger eines Hängekrans.

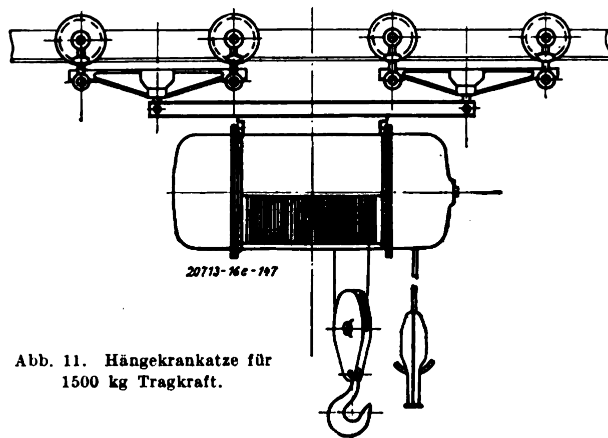
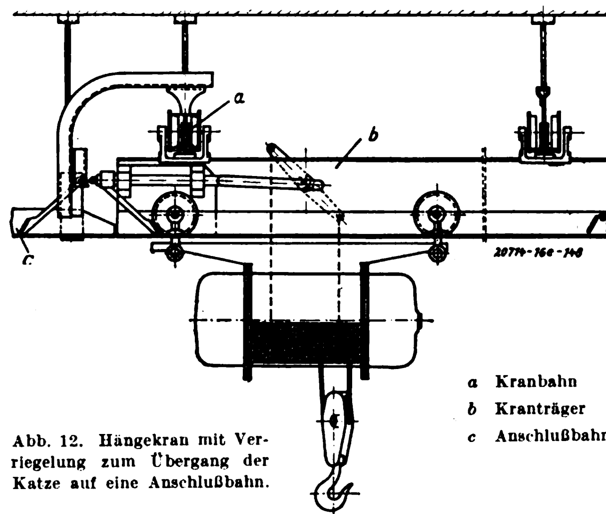


Abb. 11. Hängekrankatze für 1500 kg Tragkraft.

Bei Elektrofahrwerken wird anstatt eines gewöhnlichen Drehgestelles ein Elektrofahrgetriebe eingehängt, dessen Verschiebeankermotor mit angebauter Bremsscheibe die Laufräder über ein zweistufiges Rädervorgelege antreibt.



a Kranbahn
b Kranträger
c Anschlußbahn

Abb. 12. Hängekran mit Verriegelung zum Übergang der Katze auf eine Anschlußbahn.

Ein Vorteil des Demag-Hängekranes besteht darin, daß nach Abb. 12 der Kranträger *b* unter dem Kopfträger (Abb. 11) der Kranbahn *a* hindurchläuft, so daß die Katze vom Kranträger auch auf anschließende Bahnen *c* oder andere Krane überfahren kann. Solange die Bahnen bzw. Krane nicht miteinander gekuppelt sind, werden sie durch Endpuffer verschlossen.

Durch diese Verbindungsmöglichkeit von Kranen und Laufbahnen können für viele Betriebe Förderanlagen von hoher Wirtschaftlichkeit geschaffen werden, die mit den bisher bekannten Fördermitteln nicht einwandfrei herzustellen war. *Itt.*

Bergbau und Hütte.

Mechanisierung im Bergbau als Mittel im Auslandswettbewerb. — Im Haus der Technik, Essen, sprach F. W. Wedding über die Technik des Untertagebetriebes im Ruhrbergbau der letzten Jahre. Er wies darauf hin, daß

die technische Entwicklung des Ruhrbergbaues in den letzten Jahren durch zwei große Linien gekennzeichnet wird: die Betriebszusammenfassung und die Mechanisierung einer Reihe von Arbeitsvorgängen. Die Betriebszusammenfassung wiederum hat einen weitgehenden Einfluß auf die Mechanisierung, da die Maschinen hierdurch erst in vielen Fällen zur vollen Ausnutzung kommen. Bei flacher Lagerung der Flöze läßt sich die Betriebszusammenfassung leichter durchführen als bei mittlerer und steiler Lagerung. Nachdem die Mechanisierung der Abbaustreckenförderung durch Schlepperhaspel, Seilbahnen, Akkumulator- und Druckluftlokomotiven sowie Streckenrutschen und Förderbänder behandelt worden war, kam der Vortragende auf die Hauptstreckenförderung zu sprechen, wofür hauptsächlich Fahrdraht- und Druckluftlokomotiven sowie Seilförderungen benutzt werden. Es wurde auch eine neue Fahrdraht-Akkumulatorlokomotive[1] erwähnt, die vollständig schlagwettergekapselt auch in den Sohlenstrecken fahren kann. Zum Schluß wurde der oft gehörte Vorwurf einer Überrationalisierung im Untertagebetriebe des Ruhrbergbaues als unberechtigt zurückgewiesen und geltend gemacht, daß der Ruhrbergbau im Wettbewerbskampf gegenüber dem Ausland noch mehr unterlegen wäre und die Arbeitslosigkeit einen noch viel größeren Umfang angenommen haben würde, wenn der Ruhrbergbau die im Vortrage gekennzeichneten Wege nicht beschritten hätte. *of*

Fernmeldetechnik.

Fernsehen in England. — In letzter Zeit wird in England dem Fernsehen besondere Aufmerksamkeit gewidmet[2]. Nachdem Mitte Juli die Fernsehübertragungen mit Unterstützung der Britischen Rundfunkgesellschaft verbreitet werden, hat sich auch die Marconi Wireless Telegraph Co. der Sache angenommen. In ihrer ersten Mitteilung an die technische Presse gibt sie bekannt, auf welche Art sie die Entwicklung der Fernsehversuche zu fördern gedenkt. Sie will es sich u. a. zur Aufgabe machen, von den ständigen Kopf- und Schulterbildübertragungen abzugehen und betont, daß das Fernsehen sowohl außerhalb als auch innerhalb des Unterhaltungsgebiets eine Zukunft hat. Ferner hebt sie in der Mitteilung hervor, daß einige Anwendungsformen des Fernsehens nicht unbedingt so breite Frequenzbänder erfordern, wie sie für ein gutes Bildfernsehen Bedingung sind. Für gewisse Arten der Übertragung können vielmehr die gewöhnlichen Wellenlängen benutzt werden; so hat in bestimmten Fällen eine Welle mittlerer Länge von etwa 1000 m die erforderliche Bandbreite und ist frei von Störungen. Es ist in England auch bereits ein Apparat entwickelt worden, mit dem Nachrichten durch Fernsehübertragung verbreitet werden sollen.

Dieser Apparat überträgt Schriftzeichen, die auf einem vor dem Sender ablaufenden Papierstreifen mit einer besonderen Schreibmaschine gedruckt werden. Als Lichtquelle dient eine mit Gas gefüllte Metallfaden-Projektionslampe von 1000 W mit einem dahinter angebrachten Reflektor. Das Licht wird durch ein Linsensystem mit kugelförmigem Kondensator zu einem reflektierenden Spiegel geleitet und fällt dann durch eine Blendenöffnung auf ein weiteres Linsensystem. Dieses ist spiralförmig auf einer Trommel befestigt und besteht aus 15 Linsen. Der Bildwechsel entspricht der Trommelgeschwindigkeit und beträgt 20/s. Jede der 15 Linsen projiziert auf den Papierstreifen ein scharfes Abbild der Blendenöffnung. Infolge Drehung der Linsentrommel bestreichen die projizierten Bilder den Papierstreifen. Dieser wird senkrecht zwischen zwei Walzen fortbewegt, deren eine durch Zahnradübertragung von demselben Motor angetrieben wird, der die Linsentrommel dreht. Dem Streifen kann eine bestimmte Geschwindigkeit verliehen werden, die sich auch verdoppeln läßt. Hinter dem Streifen sind in einem abgeschirmten Gehäuse die Photozelle und der Photozellenverstärker angeordnet. Die Geschwindigkeit des Antriebmotors wird mit Hilfe eines von einer Stimmgabel gesteuerten Synchronmotors gleichmäßig erhalten. Zur Synchronisierung wird zusammen mit dem Bildzeichen ein besonderes Zeichen ausgesandt, das den Motor im Empfänger im Gleichlauf hält.

Bei dieser Art Fernsehsender hängt die benötigte Frequenzbandbreite von der Anzahl der auf der Sendevorlage gleichzeitig gezeigten Buchstaben ab. Die Fernsehübertragung kann dabei durch Verstellung der Bildlänge, d. h. durch Änderung der Zahl der gleichzeitig gezeigten Buchstaben, irgendeiner verfügbaren Bandbreite angepaßt werden. Daher ist es auch möglich, solche Fernsehsendungen im Rundfunkwellenbereich zu verbreiten. Für gewöhnlich braucht der Apparat ein Frequenzband von 13 kHz; durch Verkleinerung des gegenseitigen Abstandes der Linsen auf der Trommel, wobei auch die Bildlänge verkürzt und die Zahl der Buchstaben verringert wird, läßt sich jedoch die Breite des benötigten Frequenzbandes auf einen beliebigen Wert verringern. (Electrician Bd. 59, S. 151.) *Gth.*

[1] Eine Beschreibung wird demnächst in der ETZ erscheinen.
[2] Vgl. ETZ 1932, S. 826.

Rundfunk in Ägypten. — Das Abkommen der ägyptischen Regierung mit der Marconi Wireless Telegraph Co., Ltd. über den Bau eines Rundfunksenders in Ägypten wird als ein politisches Ereignis von größter Bedeutung gewertet, weil sich daraus die Zurücknahme des im Mai 1926 von der britischen Regierung dem Lande Ägypten auferlegten Verbots der Einrichtung eines Rundfunks ergibt. Dieses ist die zweite in den letzten Wochen ausgesprochene Aufhebung von Beschränkungen der ägyptischen Hoheitsrechte; bei der ersten handelte es sich um die Beseitigung der seit 1922 bestehenden Beschränkung der ägyptischen Kontrolle über die Luftrechte des Landes. Die Aufhebung dieser Beschränkungen wird in Ägypten als ein diplomatischer Erfolg des Sidky-Kabinetts angesehen. Das seinerzeit für den Rundfunk erlassene Verbot bleibt jedoch auch fernerhin bestehen, soweit es sich auf die Verbreitung politischer Propaganda bezieht. (Electrician Bd. 59, S. 156.) *Gth.*

Hochspannungstechnik.

Gewitterforschungen auf Mittelspannungsleitungen[1]. — Im Auftrage des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins wurde das Verhalten von zwei Leitungen, einer Bahnleitung mit 1200 V Gleichspannung und einer Verteilungsleitung von 8 kV, mittels Kathodenstrahl-Oszillograph[2] untersucht. Die Fahrleitung der Bahn war während der Untersuchungen teils im Betrieb, teils isoliert als Antenne geschaltet. Zur Ausschaltung des wechselnden Isolationszustandes wurde die Leitung über $10^6\,\Omega$ dauernd geerdet. Die Messung erfolgte mit Hilfe eines weiterentwickelten Kathodenstrahl-Oszillographen nach Dufour, als Spannungsleiter wurde der Gaborsche[3] Teiler verwendet. Eine genaue Behandlung des Einschwingvorganges der Kreise Leitung—Teiler—Oszillograph grenzt die Anwendungsmöglichkeit des verwendeten Teilers auf Frequenzen unter 1 MHz ab. Die Ableitung des Netzes hat vernachlässigbare Senkungen zur Folge (max 7 ... 10 %).

Die während eines Sommers gewonnenen 240 Oszillogramme lassen noch keine schlüssigen Urteile über den Blitzvorgang zu. Dennoch haben sich einige allgemeine Merkmale gezeigt, welche folgendermaßen zusammenzufassen sind: Direkte Blitzschläge in die Leitung wurden nicht beobachtet (Leitung führt lange über quellenreiches Gebiet!). Die festgestellten Aufladungen der Leitung betragen nur wenige Kilovolt (± 1 ... 14 kV). Die Steilheit der ausgelösten Wellen beträgt durchschnittlich 1 V/m. Die Entstehung der Spannungswellen läßt sich, wie eine Nachrechnung zeigt, nicht auf Raumladungseffekte zurückführen. Die Spannungsentstehung erfolgt ausschließlich durch elektrische Influenz; die vor dem Schlag durch das Feld auf der Leitung gebundenen Ladungen werden frei oder das Blitzfeld befreit solche Ladungen. Rückschlüsse auf den Vorgang im Blitz selbst führen zu folgenden Erkenntnissen und Bestätigungen: Eine eigentliche Blitzfrequenz existiert nicht. Die aus den Oszillogrammen ablesbare Existenz von regelmäßigen rasch folgenden Elementarladungsstößen läßt auf die von Toepler vermuteten Ruckstufen[4] im Blitzkanal schließen.

Die Gesamterscheinung des Blitzes läßt sich in drei Hauptgruppen teilen: den Gesamtblitz, dessen Dauer bis zu 1 s beträgt, den Teilblitz von der Dauer 10^{-3} s und schließlich den Elementarblitz, welcher aus einer Zahl von Teilfunken besteht, deren Folge eine wellenförmige Überlagerung über den Aufladevorgang der Leitung bedeutet. Die Ausbildungszeit solcher Elementarblitze muß wesentlich kürzer angenommen werden, als sich nach den Toeplerschen Gleitfunken-Überlegungen ergeben würde. Ihre gemessene Dauer betrug im Mittel 1 ... 10 µs. Es scheint deshalb naheliegend, die Vorwachsgeschwindigkeit des Einzelstiels der Entladung mit 10 000 km/s zu schätzen (bei Toepler 100 km/s). Abschließend ist daraus

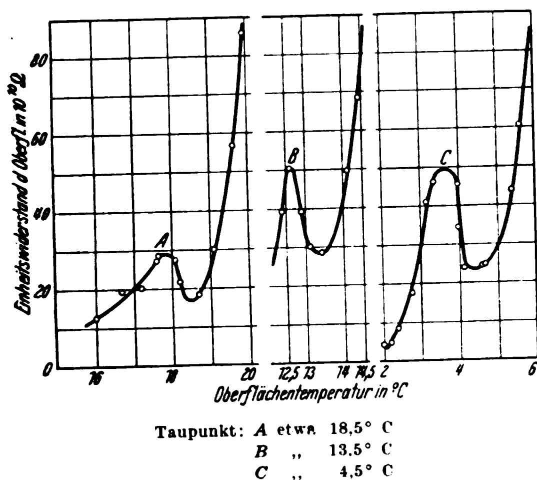
[1] K. Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 20, S. 321 (1929); Ref.: ETZ 1930, S. 1308.
[2] Kl. Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 19, S. 292 u. 688 (1928); Ref.: ETZ 1929, S. 617.
[3] D. Gabor, Forschungsh. d. Studiengesellsch. f. Höchstspannungsanlagen Bd. 1, S. 37 u. 43 (1927).
[4] M. Toepler, Mitt. Hermsd.-Schomb. Nr. 25, S. 766 (1926).

zu folgern, daß sich die Toeplersche Ansicht bestätigt hat, daß die Wanderwellen durch die zahlreichen End- und Seitenbüschel eines Blitzes hervorgerufen werden, zu deren Existenzbedingung allerdings auch ein Hauptstrahl gehört. Ein Einschlag eines solchen Hauptstrahles wurde nicht festgestellt, es wird daraus auf die Seltenheit eines solchen Einschlags geschlossen. Die in Hochspannungsleitungen durch Blitz hervorgerufenen Störungen müssen demnach auf direkte Einschläge[1] zurückgeführt werden.

Für den praktischen Schutz von Mittelspannungsanlagen ergeben sich daraus folgende Gesichtspunkte: Da die durchschnittlich auf der Leitung befreite Ladung nur 10^{-3} C (Blitzladung 10 ... 100 C) beträgt, hat der abzuleitende Strom die Größenordnung 1 ... 10 A. Diese Ladung läßt sich durch jede Widerstandserdung des Netzes ableiten. In der untersuchten Anlage übernahm ein gegen Erde gelegter Heißwasserspeicher die Funktion eines Ableiters influenzierter Ladungen; ebenso gut haben sich Wasserstrahlerder bewährt. Meist wird die Ableitung des Netzes selbst ausreichen, um die Spannungen innerhalb der notwendigen Zeit von 10^{-3} ... 10^{-4} s abzuleiten. Wo dies nicht ausreicht, genügt die Erdung einiger kleiner Leistungstransformatoren am Sternpunkt. Die Gefahr eines Hochtransformierens der Wellen besteht nicht, da ihre Frequenz zu gering ist.

Trotz der geringen Höhe der festgestellten Überspannungen müssen die Leitungen gegen die Gefahren direkter Einschläge und sehr naher Einschläge zusätzlich geschützt werden. Als einziges Schutzmittel werden Erdseile und Erhöhung der Windungsisolation der Apparate empfohlen. (Neuerdings werden verschiedentlich grundsätzlich andere Verfahren gegen den direkten Einschlag[2] entwickelt. Anm. d. Berichters.) (K. B e r g e r. Dissertation T. H. Zürich 1930.) *Hlz.*

Die Leitfähigkeit von Feuchtigkeitschichten auf glasierten Oberflächen. — Frühere Messungen des Oberflächenwiderstandes verschiedener Stoffe bei wechselnder Luftfeuchtigkeit haben ergeben, daß die glasartigen Oberflächen — Quarz, Glas und glasiertes Porzellan — mit zunehmender Feuchtigkeit abnehmenden Widerstand aufweisen (Glas zeigte den geringsten, Porzellan oberhalb 50 % Feuchtigkeit den höchsten Oberflächenwiderstand). Zur näheren Untersuchung der Filmbildung wurden Messungen an einem Glasrohr vorgenommen, das sich in einer Kammer einstellbarer Temperatur und Feuchtigkeit befand; der Oberflächenstrom wurde durch die Aufladung



Taupunkt: *A* etwa 18,5° C
B „ 13,5° C
C „ 4,5° C

Abb. 13. Verhalten des Oberflächenwiderstandes von Glas in gesättigter Luft nahe dem Taupunkt für drei verschiedene Sättigungsdrücke.

eines empfindlichen Elektrometers gemessen, wobei eine 60 V-Batterie als Stromquelle diente. Die Temperatur des Glasrohres gegenüber der gesättigten Umgebung wurde allmählich gesenkt, wobei der Widerstand sank, ohne daß ein Niederschlag von Feuchtigkeit optisch erkennbar war; beim Taupunkt tritt eine Unregelmäßigkeit im Verlauf des Widerstandes auf, indem zunächst eine Zunahme, dann ein scharfer Abfall des Widerstandes mit sinkender Temperatur stattfindet (Abb. 13). Bei verschiedenen Temperaturen der gesättigten Luft erhält man — an sich leicht geschwungene — Linien für die logarithmische Abhängigkeit des Widerstandes von der Oberflächentemperatur, die sich gut durch parallele Gerade annähern lassen; der Taupunkt entspricht in allen Fällen demselben Widerstandswert. Der Einheitswiderstand ϱ (in Ω für ein Quadrat) bei der Oberflächentemperatur T und der Taupunkttemperatur t läßt sich somit darstellen als

$$\varrho_T = 10^{11,4} \cdot 10^{0,4\,(T-t)}.$$

Die Unabhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur beim Taupunkt zeigt an, daß die Widerstandsänderungen nicht auf einem Temperaturgang, sondern hauptsächlich auf Änderungen der Schichtstärke der Feuchtigkeitshaut beruhen, so daß man ein entsprechendes Gesetz für die Schichtdicke aufstellen kann. Bei veränderlicher Feuchtigkeit der umgebenden Luft und fester Temperatur findet sich stets derselbe Zusammenhang zwischen ϱ und dem Verhältnis des herrschenden Dunstdruckes p_a zum Sättigungsdruck p_s:

$$\varrho = 10^{10} \cdot 10^{18\,(1 - p_a/p_s)^2}$$

(der Unterschied im Festwert — 10^{10} gegen vorher $10^{11,4}$ — wird auf die Anwesenheit von Säuredämpfen bei diesem Versuch zurückgeführt). Bei veränderlichem Druck der umgebenden Luft findet sich hierbei ein scharf ausgeprägter Höchstwert für den Oberflächenwiderstand.

Die Ergebnisse sind wertvoll für die Beurteilung von Überschlagmessungen, besonders an kleineren Isolatoren, bei denen der über die Oberfläche fließende Strom die Spannungsverteilung wesentlich beeinflussen kann. Als besonders gefährlich wird der unstetige Übergang in der Nähe des Taupunktes angesehen. Versuche zeigten, daß die Spannungsverteilung längs einer Isolatorenkette infolge eines durch Dämpfe hervorgerufenen Feuchtigkeitsbeschlages völlig geradlinig wird. (G. G. S m a i l, R. J. B r o o k s b a n k u. W. M. T h o r n t o n, J. Instn. electr. Engr. London Bd. 69, S. 427.) *Stk.*

Verschiedenes.

Deutsche Gesellschaft für Metallkunde. — Die diesjährige Hauptversammlung fand am 25. und 26. VI. d. J. im Ingenieurhaus Berlin statt. Die Hauptvorträge betrafen die Strukturumwandlungen in den Metallen und ihren Einfluß auf die Eigenschaften der Werkstoffe. An letztere werden ständig höhere Ansprüche gestellt, die nur durch äußerst sorgfältige Vergütung zu erfüllen sind. Hierzu müssen die Umwandlungsvorgänge sehr genau bekannt sein, wozu aber die Lehren T a m m a n n s zur Erstarrung kristalliner Systeme nicht mehr hinreichen. Die hohe Entwicklung der Röntgenographie in neuerer Zeit hat es ermöglicht, andersartige Gesetzmäßigkeiten an einer Anzahl von Umwandlungs- und Ausscheidungsvorgängen festzustellen. Zu den bisherigen Forschungsergebnissen über den Mechanismus und die Kinetik bei der Umwandlung fester Metallphasen berichteten G r a f, W e e r t s, S a c h s, W e v e r usw. Die beiden Vorgänge, Gitterumwandlung und Atomumgruppierung im Kristallaufbau bei der Umwandlung sind von Zwischenzuständen begleitet, in denen hohe Steigerung der Härte und des elektrischen Widerstandes gegenüber dem Endzustand festzustellen ist. Sehr wichtig ist es, hier die richtige Umwandlungstemperatur, Erhitzungs- und Abkühlungszeit usw. einzuhalten. Beachtenswert ist, daß auch bereits der Film zur Erforschung und Darstellung einer Umkristallisation in einem Metall herangezogen ist. So wurde von J. W i e s t e r die Martensitkristallisation bei der Stahlhärtung im Filmbild gezeigt. Man sah, wie auf der bei 100 ° C geschliffenen, polierten und geätzten Stahlfläche — Stahl mit 1,69 % C von 1150 ° C auf 100 ° C in einem niedrigschmelzenden Metallbad abgeschreckt — bei weiterer Abkühlung von 100 ° C bis auf — 30 ° C die Martensitnadeln schlagartig auf der Metalloberfläche an den ständig wechselnden Stellen auftraten. Über Atomanordnung und magnetisches Verhalten in Kupfer-Gold, Kupfer-Palladium und Kupfer-Platin sprach J. S e e m a n n, Berlin, wobei auf den hohen Wert magnetischer Messungen für Zustandsänderungen hingewiesen wurde. Jedes Metall nimmt Diamagnetismus beim Einschalten in ein Magnetfeld und Paramagnetismus, der von den freien Elektronen in den Metallkristallen herrührt, an. Eine dritte Art von Magnetismus findet sich im Cu-Palladium und Cu-Platin, der bei 40 % Palladium oder Platin verschwindet. Das im reinen Zustand magnetische Palladium- und Platinatom wird durch einen gewissen Cu-Zusatz unmagnetisch.

[1] A. Matthias, ETZ 1929, S. 1469; 1930, S. 1143.
[2] C. Franck, Rev. gén. Électr. Bd. 29, S. 307 (1931).

Aus den technologischen Vorträgen sei auf die Ausführungen von Dr. Paschkis zu aktuellen Fragen der Ofenführung beim Metallglühen hingewiesen. Unter den verschiedenen Möglichkeiten der Wärmeersparnis und des damit verringerten Strombedarfs ist die Verminderung des Verlustes der in den Ofenwänden mit sehr starken Schamotteplatten gespeicherten Wärme anzuführen. Durch die Wahl dünner Schamottestärken in Verbindung mit Isolierung lassen sich diese Leerlaufverluste erheblich senken. Die Vorzüge elektrischer Durchziehöfen für kurzfristiges Glühen von Aluminiumbändern und -blechen setzte Masukowitz am Junkerofen auseinander. Mit 800 °C Anfangs-Ofentemperatur wurde bei Blechen 400 · 1 mm eine Blechtemperatur von 420 °C in 35 s erreicht. Ferner ergaben sich sehr günstige Tiefziehwerte und hohe Kornfeinheit des Aluminiums. Infolge der Möglichkeit hoher Anfangstemperaturen läßt sich die Durchziehgeschwindigkeit erheblich steigern. Zu den Kobaltlegierungen mit Wolfram, Molybdän, Eisen und Chrom sprach Köster, Dortmund. Magnetisierungskurven dieser Legierungen wurden gezeigt, die sich durch außerordentliche Härte — 700 Brinell — mit Warmbeständigkeit auszeichnen und als Schneidmaterial benutzt werden. Die ausscheidungsgehärteten reinen α-Legierungen der Kobalt-Wolfram-Eisen- und Kobalt-Molybdän-Eisen-Legierungen sind ein hochwertiger Werkstoff zur Herstellung von Dauermagneten. Nach dem Vortrage von Dr. Haase ist es durch planvoll geleitete elektrochemische und chemische Einwirkung auf Kupfer und seine Legierungen gelungen, tief ins Innere des Metalls dringende, mechanisch fest mit ihm verbundene oxydische Schichten zu erzeugen, die die Oberfläche des Metalls gegen Korrosion durch Atmosphärilien, konzentrierte Salzlösungen und oxydierende Lösungen schützen. Schließlich sei noch auf den Vortrag von Dr. Schaarwächter über „Verdeckte Wasserstoffkrankheit an Kupferdrähten" hingewiesen. Ein Kriterium für Wasserstoffkrankheit bei brüchigen Kupferdrähten war bisher das Vorhandensein von Haarrissen innerhalb der Rand-, d. h. der oxydulbefreiten Zone. Fälle der Krankheit sind aber auch ohne Haarrisse festgestellt worden. Der Bruch zeigte das typische Aussehen des braunroten Kerns, an den sich eine feine, hellrosa blinkende Randzone anschließt. Die genaue Untersuchung ergab, daß die Drähte aus Kupferbarren stammten, die auf den Außenseiten beim Anwärmen in wasserstoffhaltigen Gasen eine ganz geringe wasserstoffkranke Zone erhalten hatten. Die sich hierbei bildenden Risse waren auf dem Wege zur Kaliberwalze oxydiert. Dicke blaue Kupferoxydulnester füllten die Spalten aus. Die restlichen, im Innern befindlichen Haarrisse wurden beim Warmwalzen zugeschweißt. Infolgedessen fehlt im Schliffbild solcher biegebrüchiger Kupferdrähte der Haarriß völlig, während regelmäßig dicke blaue Kupferoxydulnester innerhalb oder unweit kupferoxydulbefreiter Zonen auftreten. Es handelt sich demgemäß um eine „verdeckte Wasserstoffkrankheit". *Pge.*

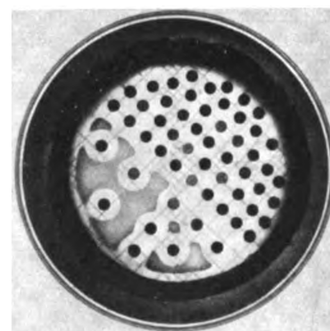
Literaturnachweis. — An der Bibliothek der T. H. Zürich besteht seit kurzer Zeit eine Abteilung für technischen Literaturnachweis, die für das Gebiet der Elektrotechnik das ganze bei der Bibliothek eingehende große Material an Fachzeitschriften, Sonderheften, Jahrbüchern, Transactions und anderen Periodika, ferner Büchern, Dissertationen und Broschüren systematisch verarbeitet und allen Interessenten in Form von gedruckten Karteikarten (Format 75 · 125 mm) zugänglich macht. Die Karten enthalten u. a. auch eine kurze Inhaltsangabe des betreffenden Artikels. Ihre Einordnung kann nach der Brüsseler Dezimalklassifikation geschehen oder mit Hilfe von Buchstaben und Zahlen nach einem von der Bibliothek ausgearbeiteten Schema. Die Karten tragen beide Bezeichnungen. Vorläufig sollen etwa 100 ... 150 solcher Karten monatlich erscheinen. Der Preis je Karte im Abonnement beträgt 10 Rp; die Lieferung erfolgt möglichst bald nach Erscheinen der betreffenden Arbeit, voraussichtlich alle 14 Tage. *of*

Katadyn-Sterilisatoren. — Eingehende wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, daß Schwammsilber, dessen Oberfläche im Verhältnis zu seinem Volumen außerordentlich vergrößert worden ist, aktiven Sauerstoff in Mengen, die im Verhältnis zur Oberfläche stehen, anhäuft. Die Sauerstoffauflagerung führt zur Oxydation des Metalles und damit zu einer Metallsalzbildung. Die so erzeugten Metallsalze gehen im Wasser ional in Lösung. Unter Mitwirkung der in natürlichen Wassern stets vorhandenen Chloride bilden sich komplexe Verbindungen von Art des $NaAgCl_2$, und es stellt sich ein Gleichgewicht zwischen komplex gebundenem Metall und Metallionen ein, so daß der Gehalt an freien Metallionen konstant bleibt. Die Bakterien gehen unter dem Einfluß der Metallionen in kurzer Zeit zugrunde. Harmlose Kleinstlebewesen (in Hefen usw.) sowie die höher organisierten Zellen, z. B. des menschlichen Körpers, werden dagegen von den Metallionen in keiner Weise beeinflußt. Da Ionen, die elektrisch geladene Atome sind, außerordentlich kleine Masseteilchen darstellen, ist trotz ihrer großen Anzahl die Gewichtsmenge des ional gelösten Metalles, das zur Wirkung kommt, sehr klein. Sie beträgt je nach der Behandlungsdauer des Wassers ungefähr 0,000 015 bis 0,000 060 g/l. Die Kosten des Silbers spielen also für die Herstellung des Gerätes eine ganz nebensächliche Rolle.

Das Schwammsilber wird von den SSW auf verschiedenformige Tragkörper aus Ton aufgebracht, und diese Tragkörper werden dann je nach dem Verwendungszweck des Sterilisators in verschiedensten Formen ausgebildet. So zeigt z. B. Abb. 14 einen Sterilisator in Dosenform für Zahnprothesen, künstliche Augen, Gummisauger usw. Abb. 15 gibt eine anschauliche Darstellung von der Wirkungsweise des Katadyns. Hier ist eine flache Schale, die einen Nährboden enthält, mit Bakterien beimpft. Es sind Katadynkörper teils regelmäßig, teils regellos in die beimpfte Fläche eingelegt. Dort, wo die sterilen Höfe sich überschneiden, ist völlige Sterilität eingetreten, während an denjenigen Stellen, wo die Katadynkugeln regellos verteilt sind, das Wachstum der Bakterien außerhalb der sterilen Zone sichtbar ist. In dem Nährboden, der u. a. aus Gelatine besteht, geht die Sterilität nur so weit, als eine Lösungsmöglichkeit des Silbers innerhalb der Gelatine vorhanden ist. Da die Löslichkeit des Silbers im Wasser eine ungleich höhere ist, tritt hier eine Durchsetzung der gesamten Wassermenge mit Silber und dadurch völlige Sterilität ein.



Abb. 14. Katadyn-Dosensterilisator zum Sterilhalten von Schwämmen, Gummisaugern, Zahngebissen u. dgl. m.


Abb. 15. Einwirkung des „Katadyns" auf Bakteriennährböden.

Katadynisiertes Wasser ist ein hochwertiges Desinfektionsmittel. Im Gemisch mit nicht sterilem Wasser macht es auch die Gesamtflüssigkeit keimfrei. Darüber hinaus entkeimt es auch alle Gegenstände, die man mit ihm behandelt. Hierdurch empfiehlt es sich als Trinkwasser, für die Geschirrwäsche und für Flaschenspülvorrichtungen, zum Sterilhalten von Gebrauchsgegenständen wie Zahnbürsten, Schwämmen, Gummisaugern u. dgl., zum Waschen von frischem Obst, für die Zahn- und Mundpflege, Kinderpflege, Hygiene der Frau usw. Es wird ferner in der Medizin und Kosmetik mit ausgezeichnetem Erfolge benutzt und ist auch für zentrale Wasserwerke und öffentliche Schwimmbäder von großer Bedeutung. *fi*

Energiewirtschaft.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke. — Einer Anregung der Schriftleitung folgend, brachte der Beratende Ingenieur Dr. B. Thierbach in Heft 31, S. 755, einen „Vorschlag zur einheitlichen Erfassung der

Wirtschaftsergebnisse von Elektrizitätsversorgungsunternehmungen". Der Entwurf eines einheitlichen Schemas ermöglicht den Vergleich der Jahresabschlüsse verschiedener Werke. Sein Raumbedarf erlaubt es, in einem Hefte der ETZ jedesmal mehrere Werke zu behandeln. Die ETZ wird in Zukunft die bisherigen Besprechungen des Jahresberichte der deutschen Elektrizitätswerke nach Möglichkeit in diesem Schema zusammenfassen. Die Veröffentlichungen erfolgen in zwangloser Folge.

Wir glauben hiermit allen denjenigen unserer Leser, die sich mit den Fragen der Elektrowirtschaft befassen, einen Dienst zu erweisen. Gleichzeitig bitten wir die Verwaltungen der Unternehmungen, unsere Bestrebungen durch rechtzeitige Übersendung ihrer Geschäftsberichte zu unterstützen.

Die Schriftleitung.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke.

(Die **fett**gedruckten Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1931
„ *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1930.)

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswerte	Ostpreußenwerk AG.	Überlandzentrale Pommern AG.	Großkraftwerk Stettin AG.	Märkisches Elektricitätswerk AG.	Berliner Kraft- und Licht-AG.	Berliner Städt. Elektrizitätswerke AG.	Elektricitätswerk Südwest AG.	Elektrowerke AG.	Preußische Elektrizitäts-AG.
Art des Versorgungsgebietes bzw. der Gesellschaft		Landwirtschaft stark überwiegend	Landwirtschaft stark überwiegend	Großstadt- und Überland-Versorgung	Überwiegend Landwirtschaft	Finanzges. für die E-Versorg. Berlins*	Großstadt-Pachtbetrieb	Großstadt-Versorgung	Überwiegend Großabnehmer	1
A Technische Angaben										
I. Leistung der Eigenerzeugung	kW	**36 400** *36 400*	**67 682** *67 862*	**73 700** *73 700*	**243 750** *195 685*	Bes. keine technischen Anlagen	**742 850** *763 550*	**55 000** *55 000*	**735 950** *735 950*	**246 260** *217 460*
II. Strommengen	10³ kWh									
a) Eigenerzeugung	,,	**86 198** *88 765*	**82 473** *82 899*	**100 980** *108 824*	**467 816** *470 568*		**947 363** *1 056 430*	**53 942** *57 025*	**1 766 768** *2 234 194*	**504 165** *485 050*
b) Bezug	,,	**7 684** *3 473*	**90 261** *92 608*	**166** *21*	**45 768** *55 231*		**476 291** *441 030*	**45 853** *46 607*	**0** *0*	**49 222** *59 624*
c) Gesamtmenge	,,	**93 882** *92 238*	**172 734** *175 507*	**101 146** *108 845*	**513 584** *525 799*		**1 423 654** *1 497 460*	**99 795** *103 632*	**1 766 768** *2 234 194*	**553 387** *544 674*
III. Nutzbare Abgabe	,,	**76 600** *74 396*	**132 681** *136 187*	**92 764** *101 203*	**452 479** *463 051*		**1 213 547** *1 290 643*	**80 539** *82 632*	**1 671 473** *2 132 471*	**470 138** *480 792*
B Bilanz										
a) Aktiva										
I. Anlagevermögen	10³ RM									
1. Kraftwerke einschl. Grundstücke und Gebäude	,,	**27 170** *27 070*	**62 836** *61 949*	**22 270** *23 071*	**64 498**[1] *57 158*	**207 666**[1]	} **285 062**[1] *320 445*[1] (1.–4.)	**41 632** *44 854*	**184 711**[1] *174 327*	**55 960**[2] *54 480*
2. Fortleitung und Verteilung einschl. Zähler	,,	**21 776** *21 583*	**55 220** *54 496*	**1 260** *1 265*	**106 728** *100 960*	**384 961**		**28 193** *24 623*	**30 318** *28 884*	**55 074** *52 219*
3. Im Bau befindliche Anlagen	,,	**30** *23*	**873** *394*	**387** *0*	**888** *1 443*	**19 758**		**548** —	— *9 682*	**22 295** *15 195*
4. Betriebs- und Geschäftsinventar	,,	**0** *0*	**0** *471*	**303** *306*	**1 352** *923*	**0**		**49** *0*	**0** *0*	**0** *0*
Summe I	,,	**48 976** *48 676*	**118 929** *117 310*	**24 220** *24 642*	**173 466** *160 485*	**612 385**	**285 062** *320 445*	**70 422** *69 477*	**215 029** *212 893*	**133 329** *121 894*
Jahresunterschied	,, %	**+ 300** *+ 0,6*	**+ 1 619** *+ 1,4*		**+ 12 981**[2] *+ 8*		**— 35 383** *— 10,9*	**+ 945** *+ 1,4*	**+ 2 136** *+ 1*	**+ 11 435** *+ 9,4*
II. Beteiligungen	10³ RM	**42** *43*	**276** *276*	— —	**10 732** *11 164*	**29 437**[2]	**3 693** *2 626*	**143** *143*	**63 724**[2] *30 528*	**139 976**[3] *110 696*
III. Umlaufsvermögen	10³ RM									
1. Vorräte		**793** *768*	**1 686** *2 184*	**614** *597*	**2 441** *3 211*	—	**4 229** *6 851*	**294** *1 317*	**5 848** *5 060*	**1 160** *1 244*
2. Eigene Aktien	,,	— —	**221**[1] —	— —	— —	—	— —	— —	— —	— —
3. Forderungen a) an abhängige und Konzerngesellschaften	,,	— —	**610** —	— —	— —	**10 437**	**2 007** —	**8 844** —	**2 605** *3 030*	**36 885** *38 247*
b) an sonstige Schuldner	,,	**4 514** *4 031*	**6 166** *8 611*	**396** *1 009*	**51 132** *31 421*	**13 021**	**31 205** *80 342*[7]	**41 966**[1] *40 840*[2]	**5 815** *31 499*	**1 162** —
4. Sonstiges Umlaufsvermögen (Effekten, Bankguthaben, Kasse)	,,	**2 828** *1 881*	**70** *337*	**720** *470*	**5 756** *6 602*	**23 191**	**39 593** *1 002*	**773** *29*	**868** *429*	**21 826**[4] *864*
Summe III	,,	**8 135** *6 680*	**8 753** *11 132*	**1 730** *2 076*	**59 329** *41 234*	**46 649**	**77 032** *88 195*	**51 877** *42 186*	**15 136** *40 018*[3]	**61 033** *40 355*
Jahresunterschied	,, %	**+ 1 455** *+ 22*	**— 2 379** *— 21,4*		**+ 18 095**[6] *+ 44*		**— 11 163** *— 12,7*	**+ 9 691** *+ 23*	**— 24 882**	**+ 20 678**
IV. Bilanzschlußzahl	10³ RM	**57 153** *55 399*	**127 965** *128 716*	**25 950** *26 718*	**243 526** *212 882*	**688 471**[3]	**365 787** *411 266*	**122 450** *111 806*	**293 889** *283 437*	**334 337** *272 943*
b) Passiva										
I. Grundkapital	,,	**26 000** *26 000*	**72 200** *72 200*	**7 500** *7 500*	**65 000** *50 000*	**240 000**[4]	**15 000** *15 000*	**50 000** *50 000*[4]	**90 000** *90 000*	**155 000** *125 000*
II. Reservefonds	,,	**805** *760*	**1 404** *1 310*	**157** *150*	**5 600** *5 550*	**11 660**[5]	**5 250** *5 250*	**1 432** *1 201*	**23 500** *23 500*	**21 200** *19 700*
III. Rückstellungen	,,	**280** *240*	**1 371** *1 091*	} **10 57 1** *10 159* (III.–IV.)	**19 329** *13 738*	} **126 040** (III.–IV.)	**9 241** *21 969*	**2 154** *1 798*	**1 750** *2 050*	**4 664** *481*
IV. Wertberichtigungsposten	,,	**9 946** *7 993*	**34 533** *31 808*		**109 843** *94 684*		—[2] *42 694*	**10 689** *9 746*	**67 775** *60 510*	**30 319** *25 789*
V. Verbindlichkeiten										
1. an abhängige und Konzerngesellschaften	,,	— —	**44** —	— —	— —	**272 949**[6]	**3 034** —	— —	**28 137** —	**38 083**[5] *22 952*
2. aus Anleihen	,,	**17 932** *18 367*	**13 626** *14 248*	**8 073** *3 360*	**20 125** *20 514*		**250 839**[3] *256 749*[3]	**53 233** *43 751*	**62 925** *51 713*	**57 310** *42 715*
3. Sonstige	,,	**1 344** *1 208*	**3 234** *6 086*	**266** *4 556*	**16 743** *23 285*	**33 662**	**30 828** *68 013*[8]	**1 759** *1 641*	**15 067** *48 898*[3]	**27 672** *28 676*
Summe V	,,	**19 276** *19 575*	**16 904** *20 334*	**8 339** *7 916*	**236 640** *207 771*	**306 611**	**284 701** *324 762*	**54 992** *45 392*	**106 129** *100 611*	**123 065** *94 343*
Jahresunterschied	,, %	**— 299** *— 1,6*	**— 3 430** *— 16,9*	**+ 423** *+ 5,3*	**+ 28 869** *+ 13,9*		**— 40 061** *— 12,3*	**+ 9 600** *+ 21,2*	**+ 5 518** *+ 5,5*	**+ 28 722** *+ 30,5*
VI. Reingewinn	10³ RM	**846**	**1 553**	**151**	**6 886**	**4 159**	**51 596**[4]	**3 185**	**4 735**	**92**
Dividende	%	*3*	*2*	*2*	*10*	*10*	*2*	*6*	*5*	*0*
	10³ RM	**831**	**1 975**	**225**	**5 111**		**1 590**	**3 671**	**6 766**	**7 632**
	%	*3*	*2,5*	*3*	*10*		*10*	*7*	*7*	*6*
Bilanzschlußzahl	10³ RM	**57 153** *55 399*	**127 965** *128 716*	**26 718** *25 950*	**243 526** *212 882*	**688 471**	**365 787** *411 266*	**122 450** *111 806*	**293 889** *283 437*	**334 337** *272 943*

* Die Zahlen beziehen sich auf das nur 1½ Monate umfassende 1. Geschäftsjahr (19. 5. 31 ... 30. 6. 31).

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Ein-heits-werte	Ost-preußen-werk AG.	Überland-zentrale Pommern AG.	Groß-kraftwerk Stettin AG.	Märkisches Elektri-zitätswerk AG.	Berliner Kraft- und Licht-AG.	Berliner Städ. Elek-trizitäts-werke AG.	Elektri-citätswerk Südwest AG.	Elektro-werke AG.	Preußische Elektri-zitäts-AG.
Art des Versorgungsgebietes bzw. der Gesellschaft		Landwirtschaft stark über-wiegend	Landwirtschaft stark über-wiegend	Großstadt- und Überland-Versorgung	Über-wiegend Land-wirtschaft	Finanzges. für die E-Versorg. Berlins*	Großstadt-Pacht-betrieb	Großstadt-Versorgung	Über-wiegend Groß-abnehmer	[1]
C Gewinn- und Verlustrechnung										
a) Aufwendungen	10^3 RM									
I. Ausgaben für										
1. Betrieb	,,	5 070 4 708	9 044 12 162	1 542 4 029	2 980[3] 2 702[3]	—	57 726[5] 50 046[5]	3 564 1 732	2 804 2 790	1 356 968
2. Sonstiges	,,	— —	— —	908[1] —	— —	—[7]	20 075[9] 57 247[10]	— —		
II. Abschreibungen	,,	2 152 2 148	3 892 4 585	448 675	17 873 17 097	—	— 30 995	2 860 2 315	9 373 10 696	9 618 5 318
III. Zinsen	,,	1 070 1 106	947 —[2]	331 113	1 163[4] 1 086[4]	6 272[8]	12 132 15 958	2 466 2 185	5 676 3 525	5 789 2 541
IV. Steuern	,,	—[1] —[1]	2 382 —[2]	137 —[2]	1 280 1 120	280	8 270 2 750	1 900 2 209	—[4] —[4]	1 449 1 127
Summe a	,,	8 292 7 962	16 265 16 747	3 366 4 817	23 296 22 005	6 552	98 203 156 998	10 790 8 441	17 853 17 011	18 212[5] 9 954
Jahresunterschied	,, %	+ 330 + 4,2	— 482 — 2,9		+ 1 291 + 5,9			+ 2 349 + 27,9	+ 842 + 5	+ 8 258 + 83
V. Reingewinn (+)	10^3 RM	846 831	1 553 1 975	151 226	6 886 5 111	4 159	51 596 1 590	3 185 3 671	4 735 6 766	92 7 632
Jahresunterschied	,, %	+ 15 1,8	— 422 — 21,4		+ 1 775 + 35			— 486 — 13	— 2 031 — 30	— 7 540
Bilanzschlußzahl	10^3 RM	9 138 8 792	17 820 18 722	3 517 5 043	30 183 27 116	10 711	149 799 158 588	13 973 12 111	22 589 23 778	18 303 17 586
b) Erträgnisse										
I. Betriebseinnahmen aus										
1. Stromverkauf			17 326 18 105	3 503 5 042		10 506[9]	147 561 155 928			
2. Installationen			— —		27 405[5] 26 784[5]	—	— —	13 722 12 043	19 668 20 890	15 966 17 463
3. Sonstigem			— —				2 147[6] 2 196[6]			
Summe I	,,	9 118 8 772	17 326 18 105	3 503 5 042	27 405 26 784	10 506	149 708 158 124	13 722 12 043	19 668 20 890	15 966 17 463
Jahresunterschied	,, %	+ 346 + 3,9	— 779 — 4,3					+ 1 679[4] + 14	— 1 222 — 5,9	— 1 497 — 8,6
II. Beteiligungen	10^3 RM	— —	— —	— —	— —	—	— —	— —	— —	— —
III. Vortrag und Sonstiges	,,	21 21	494 617	14 2	2 777[6] 332[6]	205	90 463	252 68	2 921 2 888	2 338 123
Summe b)	,,	9 139 8 793	17 820 18 722	35 17 5 044	30 182 27 116	10 711	149 798 158 587	13 973 12 111	22 589 23 778	18 303 17 586
Jahresunterschied	,, %	+ 346 + 3,9	— 902 — 4,8		+ 3 066 + 11,3		— 8 789 — 5,5	+ 1 862 + 15	— 1 189 — 5	+ 717 + 4,1
Bilanzschlußzahl	10^3 RM	9 139 8 793	17 820 18 722	3 517 5 044	30 182 27 116	10 711	149 798 158 587	13 973 12 111	22 589 23 778	18 303 17 586

Vorbemerkung:

Die Zahlen der „technische Angaben" (Sp. a, Reihe A) sind der „Statistik der VdEW für die Jahre 1931 und 1930", alle übrigen den Original-Jahresberichten der einzelnen Werke entnommen bzw. aus deren Angaben berechnet.

Bemerkungen:

Zu I.

1 Die Steuern sind in I. 1 enthalten.

Zu II.

1 Nominalwert 780 120 RM.

2 Zinsen und Steuern sind im Jahre 1930 unter I. 1 verbucht.

Zu III.

Die Betriebszahlen für 1931 und 1930 sind miteinander unmittelbar nicht zu vergleichen, da das Geschäftsjahr 1931 nur 9 Monate 1. IV. bis 31. XII. 1931 umfaßt.

1 In der Summe von 0,908 Mill RM ist die Konzessionsabgabe an die Stadt mit 0,852 Mill RM enthalten.

2 Die Steuern sind für 1930 in den Betriebsausgaben enthalten.

Zu IV.

1 In dieser Summe sind 6,57 (6,47) Mill RM für die Anlagen der Braunkohlengrube enthalten.

2 Der starke Zuwachs an Anlagevermögen erklärt sich durch den Erwerb der Betriebsanlagen des Freistaates Mecklenburg-Schwerin und durch den Ausbau der Stufe V des Großkraftwerkes Finkenheerd. Für beide Zwecke wurden zusammen 10,5 Mill. RM aufgewandt.

3 Die Zahlen enthalten nur das Handlungs-Unkostenkonto.

4 Die Zahlen sind als „Versicherungen und Abgabenkonto" angegeben.

5 Die Zahlen geben den Brutto-Geschäftsgewinn an.

6 Die Steigerung ist im wesentlichen durch die Kapitalerhöhung bedingt.

Zu V.

1 Die Summe zerfällt in:

33,312 Mill RM für Grundstücke einschl. der Braunkohlen-Abbaugerechtsame Neuzelle Kreis Guben mit rd. 700 Mill t Braunkohle,
7,285 „ „ für 5 Verwaltungs- und 45 Wohngebäude,
167,069 „ „ für die Kraftwerke.

2 Die Summe enthält in der Hauptsache das übernommene Aktienkapital der BEWAG von nominell 15 Mill RM eingesetzt zum Kurse von 176½.

3 Die Anlagen sind mit dem Anschaffungswerte in Höhe von insgesamt 612,385 Mill RM eingesetzt.

4 Das Aktienkapital zerfällt in 320 000 Aktien Gruppe A und 160 000 Aktien Gruppe B zu je 500 RM. Gruppe A sind Inhaberaktien mit einfachem, Gruppe B Namensaktien mit zweifachem Stimmrecht.

5 Ist Agiokonto, das nach vollständiger Abrechnung auf den gesetzlichen Reservefonds übertragen wird.

6 Anleiheverpflichtung gegenüber der BEWAG.

7 Betriebsunkosten entstehen der BKL infolge der Verpachtung der gesamten Betriebsanlagen an die BEWAG nicht.

8 An die Stadt Berlin aus der Überleitung zu zahlen.

9 Die Einnahmen bestehen aus Pacht und Abgaben der BEWAG.

Zu VI.

1 Da die von der BEWAG betriebenen Werke und sonstigen Anlagen von ihr nur gepachtet sind, erscheint in ihren Bilanzen kein Anlagevermögen, sondern an Stelle dessen „Kapitalverpflichtungen" der Besitzerin der Anlagen. Besitzerin war im Jahre 1930 die Stadt Berlin; ihre Kapitalverpflichtung wird für 1930 mit 320,445 Mill RM ausgewiesen.
Seit dem 11. V. 1931 ist Besitzerin die Berliner Kraft- und Licht AG., ihre Kapitalverpflichtung ist in der

BEWAG-Bilanz für 1931 mit 285,062 Mill. RM ausgewiesen.

2 Da die BKL die Erneuerung der von der BEWAG betriebenen Anlagen übernommen hat, kommt ein Wertberichtigungsposten für sie im Jahr 1931 nicht in Betracht.

3 Unter Anleihen sind enthalten: 32,893 (32,760) Mill RM Kredite von Lieferanten für den Bau des Kraftwerkes West.

4 Aus dem Überschuß von 51,596 Mill RM hat die Aktionärin die Abschreibungen für die von der BEWAG gepachteten Betriebsanlagen sowie die Umsatzsteuer zu leisten. Der verbleibende Rest wird nach Deckung der sonstigen Kosten für die Konzessionsabgabe für die Stadt Berlin und für die Gewinnverteilung verwandt.

5 In den Summen sind enthalten:
38,121 (40,530) Mill RM für Stromerzeugung und Bezug,
8,477 (7,289) „ „ „ Handlungsunkosten.

6 In den sonstigen Einnahmen sind enthalten:
1,258 (1,222) Mill RM für Wärmelieferung,
0,302 (0,289) „ „ „ Eislieferung,
0,529 (0,534) „ „ „ Wohngebäude.

7 Für 1930 sind die Schuldner nur in einem Posten ausgewiesen; er enthält Forderungen an die Stadt Berlin in Höhe von 32 Mill RM.

8 Die Gläubiger sind für 1930 nur in einem Posten ausgewiesen; er enthält den für die Sonderabführung an die Stadt Berlin zurückgestellten Betrag von rd. 29 Mill RM.

9 Die Summe besteht aus dem Pachtzins und der Sonderabgabe der BEWAG.

10 Die Summe gibt die Abgaben der BEWAG an die Stadt Berlin.

Zu VII.

1 Hierin sind enthalten 30,0 Mill RM Konzessionen und Abfindungen und 10,15 Mill RM Darlehns-Aufgeld für ein der Stadt Berlin gewährtes Darlehn von 42 Mill RM.

2 Hierin sind enthalten 32 Mill RM Konzessions-Konto.

3 Das am Anfang des Jahres 1930 40 Mill RM betragende Aktienkapital wurde am 31. III. 1930 auf 50 Mill RM erhöht.

4 Der Unterschied erklärt sich dadurch, daß für das Jahr 1931 die Betriebs-Erträgnisse, für 1930 jedoch nur der Betriebs-Gewinn angegeben ist.

Zu VIII.

1 Hierin sind enthalten 33,79 (26,42) Mill RM Grubenbesitz.

2 Die starke Steigerung ist durch die Beteiligung an der Neugründung der Berliner Kraft- und Licht AG. und der Niederschlesischen Elektrizitäts AG. bedingt.

3 Bei den Schuldnern und Gläubigern erscheint in der Bilanz für 1930 ein der Stadt Berlin im Zusammenhange mit der Erweiterung des Berliner Stromlieferungs-Vertrages gewährter kurzfristiger Kredit von 25 Mill RM.

4 Die Steuern sind in den allgemeinen Unkosten enthalten.

Zu IX.

1 Die Preußenelektra ist eine Dachgesellschaft des preußischen Staates, unter Beteiligung von Kommunen und Kommunalverbänden, besitzt aber auch 15 eigene Kraftwerke.

2 In der Summe sind enthalten 5,321 (4,562) Mill RM für Berggerechtsame und Grubenanlagen.

3 Das starke Anwachsen ist in der Hauptsache durch die Beteiligung an der Neugründung der Berliner Kraft- und Licht-AG. bedingt.

4 In den Bilanzen von 1931 erscheinen unter diesem Posten mit 8 % diskontierbare preußische Staatsanweisungen in Höhe von 21,712 Mill RM.

5 Hierunter sind 32,501 Mill RM Kredite der Staatsbank enthalten, davon 20 Mill RM auf Akzepte.

6 Die starke Erhöhung der Aufwendungen erklärt der Geschäftsbericht aus einer Erweiterung des Aufgabenkreises der Gesellschaft sowie durch eine gegenüber dem Vorjahre abweichende Kontierung. *Trb.*

VEREINSNACHRICHTEN.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Stellenmarkt-Schnelldienst.

Der Ingenieurdienst E. V., Berlin NW 7, Ingenieurhaus, gibt seit dem 1. August 1932 einen Stellenmarkt-Schnelldienst heraus, der wöchentlich zweimal jeweils Dienstags und Freitags erscheint. In diesem Stellenmarkt sind alle in den größeren technischen Fachzeitschriften und in den Tageszeitungen veröffentlichten Stellungen, Vertretungen, Beteiligungen, Beschäftigungen aller Art usw. zusammengestellt, die für Ingenieure in Frage kommen.

Bei dem jetzigen Umfang von etwa 2 Seiten beträgt der Preis bei portofreier Zustellung für Mitglieder des VDE monatlich 0,60 RM, für Nichtmitglieder 1 RM. Der Betrag ist in Marken oder auf das Postscheckkonto des Ingenieurdienstes: Berlin 159 935, voreinzusenden. Der Stellenmarkt liegt in sämtlichen Geschäftsstellen der Bezirksvereine des VDI aus und kann bei folgenden Elektrotechnischen Gesellschaften und Vereinen unter den aufgeführten Adressen ebenfalls eingesehen werden:

Elektrotechnischer Verein zu Aachen: Gas-, Elektrizitäts- u. Wasserwerke der Stadt Aachen, Aachen, Scheibenstraße 16.

Elektrotechnischer Verein des Bergischen Landes e. V.: 1. Direktor Wilh. Brandes, Gevelsberg i. W., An der Königsburg 9; 2. Obering. Max Viertel, Wuppertal-Elberfeld, Hofaue 4.

Elektrotechnischer Verein zu Breslau E. V.: Geschäftsstelle des EV, Breslau 13, Kaiser-Wilhelm-Str. 16.

Elektrotechnischer Verein Chemnitz, Bezirksgruppe Obererzgebirge: Dipl.-Ing. A. Lohe, Annaberg/Erzgeb., Schießhausstr. (AEG).

Elektrotechnische Gesellschaft Hannover E. V.: Obering. Hugo Thyes, Hannover, Hinüberstr. 4.

Hessische Elektrotechnische Gesellschaft: Elektrotechn. Verein der Studierenden an der Technischen Hochschule, Darmstadt.

Elektrotechnischer Verein Leipzig E. V.: Geschäftstelle des EV., Leipzig C 1, Yorkstr. 19.

Elektrotechnische Gesellschaft zu Magdeburg: Dipl.-Ing. W. Herkt, Magdeburg, Tränsberg 47/50.

Elektrotechnischer Verein München e. V.: 1. Polytechnischer Verein, München 2 NW, Theresienstraße 74; 2. Geschäftsstelle des Vereins Studentenhaus München E. V., München, Luisenstr. 67/3.

Elektrotechnische Gesellschaft zu Nürnberg E. V.: Lesesaal der Bayerischen Landesgewerbeanstalt Nürnberg, Gewerbemuseumsplatz.

Ostdeutscher Elektrotechnischer Verein E. V.: Geschäftsstelle des EV im Hause der Ostpreußenwerk AG., Königsberg i. Pr., Stresemannstr. 15.

Pommerscher Elektrotechnischer Verein: Geschäftsstelle des EV, Herr Dipl.-Ing. Düskow, Stettin, Oberwiek 86/89 (Dienstags und Freitags: 12—13 Uhr).

Elektrotechnischer Verein Südbaden: Geschäftsstelle des EV, Freiburg i. Br., Weisstr. 6.

Schleswig-Holsteinischer Elektrotechnischer Verein: Betriebsleiter W. Block, Kiel, Möllingstr. 22.

Thüringer Elektrotechnischer Verein Erfurt: Lesesaal der Kunstgewerbeschule, Erfurt.

Elektrotechnischer Verein Trier E. V.: Am schwarzen Brett im Verwaltungsgebäude des RWE, Betriebsverwaltung Trier, Eurener Str.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker
Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.



Betr.: Installations-Selbstschalter.

Lt. Mitteilung des Elektrischen Prüfamtes 3, München, entsprechen die nachstehend aufgeführten Installa-

tions-Selbstschalter der Firma Christian Geyer G. m. b. H., Elektrotech. und Metallwarenfabriken, Nürnberg, den seit dem 1. VII. 1930 geltenden Leitsätzen des VDE für Installations-Selbstschalter (VDE 445):

Installations-Selbstschalter für 10 A, 250 V Gleichspannung, 380 V Wechselspannung, in Sockelform mit vorderseitigem Klemmenanschluß für Schalttafeleinbau, mit thermischer und hiervon unabhängiger elektromagnetischer Auslösung sowie mit Einschalt- und besonderem Auslöse-Druckknopf (Freiauslösung).

Prüfzeit: Juli/August 1932.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Leipzig. 21. IX. 1932, abds. 8 h, Vortragsaal des Neuen Grassimuseums, Rabensteinpl.: Lichtbilder- u. Filmvortrag Dipl.-Ing. Brinkmann, „Neuzeitl. gekapselte Hochspannungs-Schaltanlagen".

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 16. IX. 1932, abds. 8¼ h, Konzerthaus Stettin: Vortrag Obering. Gross, „Neue Fortschritte auf dem Gebiet des elektrischen Lichtbogen-Ofens".

Auskunfts- u. Zentralstelle für Leiter und Dezernenten des Feuerschutz- und Sicherheitsdienstes industrieller Unternehmen, Berlin-Siemensstadt. 26. u. 27. IX. 1932, Saal des Hotels Kaiserhof in Essen: Jahrestagung mit 10 Vorträgen. Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin - Siemensstadt, Schuckertdamm 330.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Das Druckkabel, ein Fortschritt im Bau von Hochspannungs-Kabelanlagen.

Ich habe den Vortrag von Dr. VOGEL über das Druckkabel und besonders auch die nachfolgende Besprechung in der ETZ d. J., S. 145 u. f., mit großem Interesse verfolgt. Man ist möglicherweise interessiert, das Thema von einem anderen Standpunkte aus behandelt zu sehen. Die dem Vortrage folgende Besprechung gab mir den folgenden Eindruck:

1. Daß das Druckkabel nur mit dem ölgefüllten Kabel verglichen werden sollte und nicht mit gewöhnlichen Massekabeln. Untersuchungen in den Vereinigten Staaten scheinen mir zu zeigen, daß unter gewissen Umständen das Druckkabel Ersparnisse über das Massekabel möglich machen würde. Diese Ersparnisse würden auf den kleineren Kabeldurchmessern und höheren Stromdichten im Druckkabel beruhen, wobei trotzdem der Sicherheitsgrad derselbe wäre wie in dem entsprechenden gewöhnlichen Massekabel.

2. Die Besprechung zeigt, daß es verschiedene Meinungen gibt über die Konstruktion von dichten Röhrensystemen. Mit vielen hundert Meilen von Hochdruckdampf-Röhren und „pipe lines" für Erdgas in diesem Lande scheint es mir, daß das Problem vielleicht schwierig, aber doch ganz bestimmt lösbar ist.

3. Da Kabel in Röhren hier gebräuchlich sind, erscheint uns das Druckkabel eine mehr natürliche Lösung als den europäischen Kabelfachleuten.

4. Hier in Amerika haben wir natürlich noch keine Erfahrungen mit Druckkabeln, während wir sehr gute, beinahe fünfjährige Erfahrungen mit ölgefülltem Kabel für 120 kV haben. Immerhin glaube ich, daß zur Zeit jedermann versucht, das Problem der Höchstspannungskabel zu umgehen, um wegen der hohen Installationskosten ohne Höchstspannungskabel auszukommen. Wo das Höchstspannungskabel wegen einer großen zentralisierten Last notwendig ist, würde man natürlich auch weiterhin ölgefüllte Kabel kaufen, wenigstens bis die verschiedenen angeblichen Vorteile des Druckkabels bewiesen sind.

5. Im Falle einer Undichtigkeit braucht man ein ölgefülltes Kabel nicht unverzüglich außer Dienst zu nehmen, und man kann Reparaturen solcher Fehler auf eine günstige Zeit hinausschieben. Es ist wahrscheinlich, daß ein Druckkabel innerhalb vier oder fünf Stunden abgeschaltet werden muß, wenn der Gasdruck infolge einer Undichtigkeit sinkt. Dazu ist aber zu bemerken, daß ein Kabelnetz Reserveleitungen nicht entbehren kann. Mechanische Verletzungen zum Beispiel verursachen Störungen in ölgefüllten wie auch in normalen Kabeln. Man sollte daher jederzeit imstande sein, eine Kabelleitung abzuschalten, um Reparaturen zu machen.

6. Mit gewöhnlichem Massekabel in unserem Netz sind wir imstande zu garantieren, daß eine Kabellinie höchstens 24 Stunden nach einer Störung wieder im Gebrauch ist. Nur in den seltensten Fällen brauchen wir mehr Zeit zur Reparatur, und in diesen Fällen enthält die Leitung auch gewöhnlich vergrabenes armiertes Kabel. Installation von Kabeln in Röhren (ducts) mag seine Nachteile haben, sie ist aber auf alle Fälle weniger starr als das Eingraben von Kabeln.

Detroit (Mich.), 19. IV. 32. L. I. Komives.

Erwiderung.

Wir stimmen mit Herrn KOMIVES darin überein, daß ein Zahlen- und Kostenvergleich des Druckkabels mit dem Ölkabel wünschenswert wäre. Leider stehen hier in Europa noch nicht genügend Daten zur Verfügung, die zu diesem Vergleich dienen könnten und dabei verallgemeinert werden dürften.

Was die Betriebsmöglichkeit bei Undichtigkeiten angeht, so kann man das Ölkabel so lange betreiben, als der Ölvorrat der Behälter dies zuläßt. Das Druckkabel kann ganz ohne Druck, also unabhängig von der Größe des Lecks im Rohr, mehrere Tage ohne Schaden, allerdings mit verminderter Sicherheit, die beim Wiedereinschalten des Drucks auf den alten Wert zurückgeht, betrieben werden. Wir glauben schließlich, daß ein Fehler an einer soliden Rohrleitung seltener vorkommt als bei dem empfindlichen Bleimantel des Ölkabels.

Köln-Mülheim, 19. V. 1932. Dr. W. Vogel.

LITERATUR.

Besprechungen.

Quecksilberdampf-Gleichrichter. Wirkungsweise, Konstruktion u. Schaltung. Von D. C. Prince u. F. B. Vogdes. Deutsche Ausgabe bearb. v. Dr.-Ing. O. Gramisch. Mit 172 Abb., IX u. 190 S. in gr. 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1931. Preis geh. 13 RM, geb. 15 RM.

Die deutsche Ausgabe des im Jahre 1926 in Amerika erschienenen Buches „Principles of Mercury Arc Rectifiers and their Circuits" enthält in den beiden ersten Abschnitten die Übersetzung des Originals. Der 1. Abschnitt (57 S.) befaßt sich mit den Gleichrichtern. Nach einer kurzen Übersicht über die verschiedenen Arten der Glühkathodengleichrichter wird der grundsätzliche Aufbau der Quecksilberdampfgleichrichter besprochen. Das Hauptgewicht der Ausführungen ist auf die Klärung der theoretischen Zusammenhänge und der physikalischen Eigenschaften gelegt. Ausführliche Messungen über den Spannungsabfall im Gleichrichter und über die Rückzündungsgrenze bei Glasgleichrichtern lassen die Verfasser zu dem Schlusse kommen, daß noch viel Aufklärungsarbeit auf diesem Gebiete zu leisten ist. Für diese Weiterarbeit geben die beschriebenen Meßmethoden und Meßresultate über Rückströme, Durchschlagspannungen von Quecksilberdampf und Wirksamkeit der Luft-, Wasser- und Ölkühlung von Glasgefäßen wertvolle Unterlagen und Anregungen.

Der 2. Abschnitt (107 S.) behandelt die Gleichrichterstromkreise. Zuerst werden die Schaltungen verschiedener Phasenzahl unter Vernachlässigung der Induktivitäten in den Wechselstromkreisen besprochen. Dann wird auf den Einfluß der Induktivitäten in den Sekundärkreisen und Primärkreisen und den Netzzuleitungen, besonders bei den Sechsphasenschaltungen mit und ohne Stromteilung näher eingegangen, und die Kennlinien und Wellenformen zwischen Leerlauf und Kurzschluß des Aggregates werden rechnerisch untersucht und experimentell bestätigt. Die Ausführungen der Kap. 8 ... 12 dieses Abschnitts sind dadurch wertvoll, daß die Verfasser das Hauptgewicht auf die Klärung der physikalischen Zusammenhänge dieser recht komplizierten Erscheinungen legen und auf rein mathematische Formulierungen verzichten, wo diese zu weitläufig und unübersichtlich werden.

Im weiteren Verlaufe wird auf eine Möglichkeit der Kompoundierung der Gleichrichter-Spannungskurve eingegangen, die dadurch zustande kommt, daß die Saugdrosseln bei kleiner Last voll zur Wirkung kommen und bei steigender Last unwirksam gemacht werden. In Amerika scheint diese Schaltung für einzelne Fälle praktische Bedeutung zu haben[1], wie aus ihrer Anwendung bei der Lackawanna-Elektrisierung mit 3000 V Gleichstrom hervorgeht. In Europa hat man bisher von einer Kompoundierung der Gleichrichter abgesehen. Man ist hier den einfacheren Weg gegangen und hat die Kennlinien der parallel arbeitenden rotierenden Umformer im Bedarfsfalle der schwach abfallenden Gleichrichterspannung angepaßt. Die verschiedentlich erwähnte tertiäre Ausgleichswicklung bei primärer Sternschaltung der Wicklung hält man bei uns für entbehrlich und hat sie wohl noch nirgends ausgeführt.

Im allgemeinen gibt das Buch einen guten Überblick über die physikalischen Grundlagen der Gleichrichter und ihrer Stromkreise, soweit sie heute klargestellt sind, und kann Studierenden und Fachleuten durchaus empfohlen werden. Wie schon aus dem amerikanischen Titel des Buches hervorgeht, haben die Verfasser bewußt darauf verzichtet, Einzelheiten der von den verschiedenen Erzeugerfirmen hergestellten Gleichrichter zu besprechen und nach Möglichkeit das Grundsätzliche in den Vordergrund gestellt.

Der 3. Abschnitt (rd. 20 S.) bringt Ergänzungen des deutschen Bearbeiters, die sich mit den Arbeiten beschäftigen, die in den letzten Jahren in Europa geleistet worden sind und würdigt die inzwischen erzielten Fortschritte sowohl auf dem Gebiete physikalischer Erkenntnis und der dadurch ermöglichten Leistungssteigerung der Gefäße wie auch der weiteren Vervollkommnung der Schaltungen.

Übersetzung und Bearbeitung des Buches durch den deutschen Bearbeiter sowie Ausstattung durch den Verlag sind einwandfrei. H. Jungmichl.

Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik. Herausg. von E. Wätzmann. 11. Aufl., Bd. 1. Teil 1: Mechanik punktförmiger Massen und starrer Körper. Mit 673 Fig. i. Text, XVI u. 860 S., Teil 2: Elastizität und Mechanik der Flüssigkeiten und Gase. Mit 398 Fig. i. Text u. auf 2 Taf., VIII u. 409 S., Teil 3: Mechanik und Akustik. Mit 393 Fig. i. Text, XII u. 484 S. in gr. 8°. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn AG., Braunschweig 1929. Preis Teil 1 u. 2 zus. geh. 75 RM, geb. 82 RM, Teil 3 geh. 29 RM, geb. 32 RM.

Die 11. Auflage des bekannten Lehrbuches der Physik von Müller-Pouillet ist durch Erscheinen dreier Bände, die die Mechanik und Akustik behandeln, und als I, 1., 2., 3. Teil bezeichnet sind, der Vollendung nahegerückt. Drei Bände mit der Bezeichnung II behandeln die Optik, zwei weitere mit der Bezeichnung III die Wärmelehre. Zwei Bände V behandeln die Physik der Erde und des Kosmos. Von dem ganzen, auf 12 bis 13 Bände berechneten Werk fehlen nur noch 2 bis 3 demnächst erscheinende Bände IV über Elektrizitätslehre.

1. Band I, 1. Teil beginnt mit einer Einleitung von Mie (Freiburg). Nach Mie verfolgt die Physik ihr Ziel, die Erkenntnis kausaler Zusammenhänge, durch Beobachtung und durch Mathematik. Es werden die verschiedenen Raumgerüste beschrieben, die in einem Fahrzeug, in der Erde, in der Sonne oder im Milchstraßensystem verankert sind. Die spezielle Relativitätstheorie wird eingehend, die allgemeine kurz erläutert. Im Kap. 1 behandelt Berndt (Dresden) Maße und Messen. Es werden die modernen mechanischen Meßgeräte beschrieben, die für den Maschinenbau große Bedeutung erlangt haben. Dankenswert ist auch die Definition der Sekunde, die in Lehrbüchern der Experimentalphysik meistens in unverständlicher Kürze gegeben wird. In Kapitel 2 behandelt Dießelhorst (Braunschweig) das System der physikalischen Formeln, Maßsysteme und Dimensionen. Die Newtonschen Axiome (Kapitel 3) sind von Madelung (Frankfurt) und Thomas † (Breslau) behandelt, die Mechanik punktförmiger Massen (4. Kapitel) von Dießelhorst. Die Entwicklung der wichtigen Begriffe Geschwindigkeit, Beschleunigung, Masse, Kraft, Impuls und Energie wird in vorbildlicher Weise dargelegt. Auch sind zahlreiche Vorlesungsversuche in anschaulicher Weise beschrieben. Daneben sind viele Dinge und Vorgänge ausführlich behandelt, die in Lehrbüchern der Experimentalphysik nur angedeutet werden können, wie z. B. die Entstehung von Ebbe und Flut. Im 5. Kapitel behandelt Hort (Charlottenburg) die Mechanik der starren Körper (Waagen, einfache Maschinen); das 6. Kapitel enthält die Kreisellehre von Schuler (Göttingen). Überraschend ist die erstaunliche Fülle von Erscheinungen, bei denen die Kreiselwirkung eine Rolle spielt, Erscheinungen, bei denen der Mensch teils passiv beteiligt ist, da die Erde selbst ein Kreisel ist, teils aktiv. Zu den letzteren Erscheinungen gehören rotierende Wellen, Regulatoreinrichtungen, das Vorderrad eines Fahrrades, Eisenbahnräder, Flugzeugpropeller, Mahlwalzen, Geschosse, Torpedos, Schiffskreisel, Kreiselhorizont und Kreiselkompaß. Es ist bewunderungswert, wie es dem Verfasser gelungen ist, eine solche Fülle von Erscheinungen auf knapp 100 Seiten nicht nur darzulegen, sondern auch zahlenmäßig durchzurechnen.

2. Band I, 2. Teil behandelt die Elastizität und die Mechanik der Flüssigkeiten und Gase. In einem ausführlichen Kapitel 7 und in einem ganz kurzen Kapitel 8 behandelt Pöschl (Karlsruhe) die Mechanik der nichtstarren Körper (Zug, Druck, Biegung, Schub und Drillung) bzw. die Reibung fester Körper. Kapitel 8 wird später auf S. 1127 durch die Beschreibung der Lagerreibung bei Anwendung von Schmiermitteln ergänzt. — In Kapitel 9 gibt Ewald (Stuttgart) eine atomistische Betrachtung des mechanischen Aufbaus fester Körper. Erst nach Entdeckung der Röntgenstrahleninterferenz durch von Laue konnte die Gleichgewichtslage der Atome im Kristall, der Kristalltyp, ermittelt werden. Erst in neuerer Zeit ist es ferner gelungen, große metallische Einkristalle herzustellen. Die Theorie steht nun vor der schwierigen Aufgabe, die kristallinischen, die elastischen, die thermischen, die elektrischen und die optischen Eigenschaften eines Kristalls erklären zu müssen. Es ist kein Wunder, daß es eine solche, alle Eigenschaften und alle Kristalle umfassende Theorie noch nicht gibt. Wir sehen aber, daß in vielen Einzelfällen befriedigende Erklärungen vorliegen. Die Einarbeitung in das ganze große Neuland wird durch Angabe von Literatur gefördert. — In Kapitel 10 wird das Gleichgewicht, in den Kapiteln 11 und 12 wird die strömende Bewegung von Flüssigkeiten und Gasen behandelt. Verfasser ist Prandtl (Göttingen). Die Fülle der behandelten Erscheinungen (Wasserräder und Turbinen, Strömung in Rohren, Schallfortpflanzung, Strömung an Tragflächen, Wirkungsweise von Propellern usw.) ist überraschend groß. Mit großer Kunst wird immer das Wesentliche der Erscheinung hervorgehoben und meistens auch mathematisch erfaßt. Zur Veranschaulichung von Strömungslinien und Wirbelbildungen dienen vorügliche Schaubilder. — Den Schluß dieses Bandes bilden zwei kurze Kapitel 13 und 14 von Senftleben (Breslau) über Dichtebestimmungen sowie über Luftpumpen und Druckmesser.

3. Band I, 3. Teil behandelt die Akustik. In Kapitel 1 gibt Cermak (Gießen) eine allgemeine Wellenlehre, in der z. B. die im Unterricht gebrauchten Wellenmaschinen eingehend beschrieben sind. — Die nächsten Kapitel 2, Grundphänomene des Schalles und Gliederung des Tonbereiches, Kapitel 3, das Hören, Kapitel 4, Primäre Schallgeber, sind größtenteils von Wätzmann (Breslau), teilweise von Kalähne (Danzig) bearbeitet. Neu und wichtig ist die Erkenntnis, daß aus zwei Tönen mit den Frequenzen f_1 und f_2 durch Überlagerung und Gleichrichtung ein Kombinationston $f = f_1 - f_2$ entsteht. Die Bedingung der Gleichrichtung ist früher übersehen worden. Die Musikgeräte werden genau beschrieben. Auch die Zusammensetzung der Sprachlaute, die für den Bau von Telephon- und Radioanlagen so große Bedeutung erlangt hat, wird eingehend dargelegt.

4. Im Verein mit den früher erschienenen bilden die drei Bände über Mechanik und Akustik eine wertvolle Bereicherung der deutschen physikalischen Literatur. Die einzelnen Kapitel sind von bewährten Forschern und Lehrern geschrieben und stehen daher sachlich und didaktisch auf hoher Stufe. Der Forscher kann sich mühelos über die Nachbarschaft seines Sondergebietes unterrichten. Hersteller von Geräten finden vielfache Anregung und meistens auch die Mittel zur quantitativen Beherrschung der gewollten Vorgänge. Lehrer der Physik erhalten eine unentbehrliche Ergänzung zu den kurzen Lehrbüchern über Experimentalphysik, eine Ergänzung, in der sie historische Entwicklung, Schauversuche und tieferes Verständnis für das Wesen der Begriffe und Vorgänge finden können. Martens.

Werner Siemens als Sozialpolitiker. Von K. Burhenne. Mit 4 Lichtdrucken u. 119 S. in 8°. C. H. Beck'sche Verlagsbuchhdlg., München 1932. Preis geh. 3 RM, geb. 4 RM.

Die Verfasser der bisher über Werner Siemens erschienenen Werke haben sich mit dieser großen und genialen Persönlichkeit nach der Richtung beschäftigt, daß

[1] Electr. Engng., J. of Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 50, S. 185.

sie seine Eigenschaften und Leistungen als Forscher, Erfinder, Ingenieur und Unternehmer aufzeigten, als Unternehmer, d. h. als der weitschauende „königliche Kaufmann", der es verstand, aus dem Nichts ein Unternehmen von ungeahnter Weltgeltung aufzubauen.

Burhenne behandelt in seinem Buch auch den Unternehmer Werner Siemens, aber — und das geschieht hier zum erstenmal — den Unternehmer als Faktor der deutschen Sozialpolitik.

Werner Siemens gehörte zu den deutschen Sozialpolitikern, die lange, bevor der Staat eingriff, soziale Reformen im Interesse des Unternehmens durchgeführt hatten und dadurch Vorbilder für die soziale Gesetzgebung schufen.

Besonderen Wert erhält das Buch von Burhenne dadurch, daß in zahlreichen Zitaten aus vielfach noch unveröffentlichten Briefen Werner Siemens selbst zu Worte kommt. „So sehen wir ihn seinen Leuten gegenüber menschlich wohlwollend, ungezwungen im Verkehr mit Untergebenen, in denen er stets den Mitarbeiter und Menschen achtete, ohne Unterschied des Ranges, aus einer natürlichen Liebenswürdigkeit heraus, doch gleichzeitig sich der Zweckmäßigkeit solchen Verhaltens wohl bewußt."

Um den reichen Inhalt des Buches anzudeuten, muß es genügen, die wichtigsten Abschnitte kurz aufzuzählen. Nach einer Übersicht über Werner Siemens' Leben und Werk wird seine soziale Grundeinstellung und dann im besonderen seine Stellung zur Arbeitnehmerbewegung durchforscht. Dann wendet sich der Verfasser den praktischen Auswirkungen von Werner Siemens' sozialen Maßnahmen in den Siemenswerken zu. Es werden eingehend die Entwicklung der Arbeitszeit, die Beurteilung und Gestaltung des Arbeitslohnes, die Gewinnbeteiligung, die Pensionskasse und die sonstigen Einrichtungen der Arbeitnehmerfürsorge in den Siemenswerken behandelt.

Wenn man bedenkt, daß der Verfasser seit vielen Jahren die sozialpolitischen Belange des Siemens-Konzerns betreut, mithin über ein ungewöhnliches Maß von Sachkenntnis und praktischer Erfahrung verfügt, so bedarf das mit anregender, lebendiger Frische geschriebene Buch gerade in der heutigen Zeit, in der auch die Sozialpolitik in einer jeden Einzelnen berührenden Weltkrise steht, keiner weiteren Empfehlung.

Fr. Heintzenberg.

Hydro- und Aeromechanik nach Vorlesungen von L. Prandtl. Von Dr. phil. O. Tietjens mit einem Geleitwort von Prof. Dr. L. Prandtl. Bd. 2: Bewegung reibender Flüssigkeiten und technische Anwendungen. Mit 237 Textabb. u. 28 Taf., VIII u. 299 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geb. 23 RM.

Der zweite Band dieses wertvollen Werkes[1] ist der Bewegung reibender Flüssigkeiten gewidmet. Die Verflechtung theoretischer Abhandlungen mit einer Menge von Versuchsergebnissen, die zum größten Teile dem Kaiser-Wilhelm-Institut zu Göttingen entstammen, bringt den Inhalt dem Leser nicht nur anschaulich näher, sondern von vielen wird die Sammlung der über verschiedene Jahre und Zeitschriften verstreuten Berichte in einem „Nachschlagewerk" sehr willkommen begrüßt werden. Um alles dieses durchzuführen, geht der Verfasser daher in einigen Kapiteln über das von Prof. Prandtl in den Vorlesungen Gebrachte hinaus. Sehr eingehend wird die Strömung in Rohren bei laminarer und turbulenter Strömung und im Übergangsgebiet zwischen beiden behandelt. Das nächste Hauptkapitel beschäftigt sich mit der von Prandtl entdeckten Grenzschicht, die einen guten Einblick in die feinere Struktur der Strömungen gestattet und manche Frage klären half. Dann folgt der Widerstand und Auftrieb umströmter Körper. Das letzte Kapitel bringt eine weitgehende Zusammenstellung von Versuchsmethoden und -einrichtungen. Die verschiedenen Möglichkeiten der Geschwindigkeits- und Kraftmessung werden kritisch beleuchtet. Dann folgt eine Beschreibung mehrerer Windkanäle, und zum Schluß gibt Verfasser aus seiner reichen Versuchserfahrung die verschiedenen Hilfsmittel zum Sichtbarmachen von Strömungen an. Das Ergebnis zeigt er in einer großen Anzahl sehr klarer Aufnahmen.

Die Hydromechanik von Tietjens, die mit dem zweiten Bande nunmehr abgeschlossen vorliegt, wird wohl nicht nur als Lehrbuch ein Standardwerk werden, sondern wegen der Klarheit im Text und in den Abbildungen, der Aussprache der Formeln in Worten usw. wird es auch als Nachschlagewerk gern benutzt werden.

Horst Müller.

[1] Besprechung von Bd. 1: ETZ 1930, S. 221.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Schweizerische Elektroausfuhr 1931. — Die Schweiz, die unter den europäischen Ländern, die elektrotechnische Erzeugnisse ausführen, an fünfter Stelle steht, verzeichnet (Zahlentafel 1) für 1931 einen Rückgang der Elektroausfuhr von 74,53 auf 55,28, d. h. um 19,25 Mill RM oder 25,8 %; fast die Hälfte der Ausfuhr entfällt, ähnlich wie im Vorjahre, auf schwere elektrische Maschinen und Transformatoren. Mehr als ein Viertel dieser Warengruppe wird in Frankreich und Deutschland abgesetzt. Von der Ausfuhr von Akkumulatoren entfällt mehr als ein Drittel auf den französischen Markt. Unter den Abnehmern schweizerischer Kabel und Drähte spielt interessanterweise Großbritannien eine erhebliche Rolle. Eine verhältnismäßig starke Schrumpfung zeigt die Ausfuhr elektrischer Lokomotiven. Zwei Drittel dieser Ausfuhr gingen 1931 nach Siam. Je ein Drittel der schweizerischen Glühlampen-Ausfuhr wurde in Deutschland und Holland abgesetzt. Noch im Jahre 1930 waren aus der Schweiz fast gar keine Glühlampen nach Deutschland ausgeführt worden. Für elekrische Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen sind Frankreich, Großbritannien und Belgien Hauptabnehmer; diese Länder nahmen 1931 fast die Hälfte der angegebenen Ausfuhr ab.

Zahlentafel 1.

Erzeugnisgruppe	Ausfuhr Mill RM	Veränderung gegenüber 1930 Mill RM
Dynamos, Transformatoren	22,35	8,31
Akkumulatoren und Batterien	0,77	—
Isolatoren	0.26	0,05
Kabel und isolierte Drähte	2,02	1,25
elektrische Lokomotiven	0,52	1,64
Telegraphen- und Telephongeräte und -einrichtungen	0,97	0,66
Glühlampen	2,84	0,56
Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen	13,76	2,46
sonstige elektrische Apparate	11,79	4,32
	55,28	19,25

A. Fr.

Kanadas Elektroaußenhandel 1931. — Das Jahr 1931 brachte dem kanadischen Elektroaußenhandel sowohl auf der Ausfuhr- als auch auf der Einfuhrseite einen starken Rückschlag.

Kanadas Elektroaußenhandel in Mill RM

	Wert insgesamt in Mill RM	hiervon entfallen auf: V.S.Amerika	Großbritannien
Einfuhr 1930	121,12	105,68	12,80
Einfuhr 1931	67,12	58,08	7,56
Ausfuhr 1930	8,67	0,40	1,08
Ausfuhr 1931	5,36	0,20	0,92
Verminderung der Einfuhr	54,00	47,60	5,24
Verminderung der Ausfuhr	3,40	0,20	0,16

Infolge der Verlangsamung des Kraftwerkbaus ging die kanadische Einfuhr von Generatoren und Dynamos von 7,76 auf 1,92 Mill RM zurück. Einen besonders starken Einfuhrrückgang zeigen auch Fernsprechgeräte und -einrichtungen von 11,72 auf 6,04, Telegraphengeräte von 1,84 auf 0,40, Schalter und Schalttafeln von 8,92 auf 3,84, nicht näher bezeichnete elektrische Geräte von 20,04 auf 11,04, Elektromotoren von 12,84 auf 7,64 Mill RM. Die Einfuhr von Transformatoren ging von 3,80 auf 2,12, die von Funkgeräten von 31,04 auf 19,16 Mill RM zurück. Etwas geringer war der Ausfuhrrückgang bei Installationsmaterial (von 3,76 auf 3,32 Mill RM), bei Heiz- und Kochgeräten (von 1,84 auf 1,52 Mill RM) und auch bei Batterien (von 3,20 auf 2,32 Mill RM). Bei der kanadischen Ausfuhr bilden Heiz- und Kochgeräte den wichtigsten Posten. Ihr Ausfuhrwert belief sich auf 2,20 Mill RM gegenüber 3,32 i. V. In den Ausfuhrzahlen sind die Angaben für elektrische Staubsauger nicht mit enthalten. Die Staubsaugerausfuhr verminderte sich der Stückzahl nach von 56 100 auf 52 600, während der Wert von 8,92 auf 7,64 Mill RM sank; den Hauptmarkt bildet Großbritannien. (4 RM = 1 $; im Durchschnitt des Jahres 1931 lag der kanadische Dollar um 3,77 % unter dem Pariwert, wonach 1 $ = 4,1979 RM.) *A. Fr.*

Abschluß des Heftes: 9. September 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Wechselstromzähler in Isolierstoffgehäuse.

Mitteilung der AEG.

Als Baustoff für die Gehäuse der Elektrizitätszähler kannte man bisher nur Metall, wie Eisen, Aluminium usw., bei denen die Gefahr des Auftretens von Körperschlüssen verhältnismäßig groß ist, daher müssen alle Elektrizitätszähler nach den VDE-Vorschriften vor Anbringung des Zählers beim Abnehmer mit Hilfe einer geeigneten Prüfeinrichtung auf Isolationsfestigkeit geprüft werden. Außerdem haftet diesen Werkstoffen der Nachteil an, daß das Aeußere der Gehäuse mit der Zeit unansehnlich wird und daher nach längerer Betriebzeit auflackiert werden muß.

Diese Umstände gaben der AEG Veranlassung, bei den Wechselstromzählern, die in den größten Stückzahlen zur Lieferung kommen, das Metallgehäuse durch ein Gehäuse aus Isolierstoff zu ersetzen. Das Isolierstoffgehäuse ist von gleicher Größe und Form wie das bisher übliche Metallgehäuse (Abb. 1). Es besteht aus zwei Teilen, der Grundplatte und der Kappe.

Das Triebsystem des Zählers bzw. der Systemträger ist mit vier Schrauben an der Grundplatte befestigt. Die Auflagefläche der Grundplatte für den Systemträger ist verstärkt. Ein besonderes Befestigungskreuz aus Metall, das in die Rückwand der Grundplatte eingelegt wird, dient zur Aufhängung des Zählers (Abb. 2). Zwei Lappen des Querträgers dieses Metallkreuzes greifen in Vertiefungen ein, die an der Unterseite der Grundplatte eingepreßt sind. Nach Einhängen der Lappen in die Vertiefungen wird der Mittelträger noch durch einen Niet an der Oberseite der Grundplatte



Abb. 1. Wechselstromzähler Form J 6 in Isolierstoffgehäuse.

befestigt. Die Befestigungskreuze, die also unter Umständen leicht ausgewechselt werden können, sind in mehreren Größen ausführbar, so daß die Zähler, ohne daß an der Grundplatte selbst etwas geändert wird, für verschiedene Befestigungszentralen lieferbar sind. Diese Anordnung hat gegenüber anderen Befestigungsarten den Vorteil, daß die Zähler auch für anormale Befestigungszentralen ohne Änderung der Preßformen geliefert werden können.

In der Unterseite der Grundplatte befinden sich zwei rechteckige Öffnungen für die Einführung des Klemmenblockes, der durch ein kleines U-Eisen befestigt wird. Das U-Eisen umschließt den Klemmenblock in der Mitte und wird durch eine Zugschraube an der Grundplatte festgehalten. Die Anschlußklemmen liegen lose im Klemmenblock, sind also nicht eingepreßt. Bei Schäden am Klemmenblock oder an den Anschlußklemmen ist also nur der beschädigte Teil auszuwechseln. Der Klemmendeckel besteht ebenfalls aus Isoliermaterial.

An der Grundplatte befinden sich zwei durch Rippen verstärkte Befestigungslaschen mit Gewinde. Die Kappe wird also in gleicher Art, wie bei den Zählern in Metallgehäuse an die Grundplatte geschraubt. Auch die Kappe aus Isolierpreßstoff hat im Rand eine Nut zur Aufnahme der Dichtungschnur. Ein umlaufender Wulstrand schützt Vorderseite der Kappe und Zählwerksfenster vor Beschädigung.

Das Isolierstoffgehäuse weist neben hoher mechanischer Festigkeit besonders große Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse, wie Säure und Ammoniak-

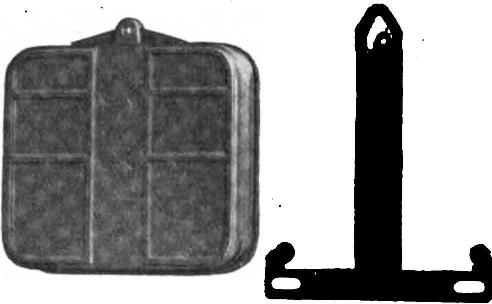


Abb. 2. Grundplatte und Aufhängungskreuz.

dämpfe auf. Es hat daher gegenüber dem Metallgehäuse den besonderen Vorzug, daß es nicht mit einem schützenden Lacküberzug versehen zu werden braucht. Der Zähler in Isolierstoffgehäuse sieht nach Jahren noch wie neu aus. Mit seiner Einführung gehört auch der Körperschluß mit seinen unliebsamen Begleiterscheinungen der Vergangenheit an.

Von den elektrischen Teilen des Wechselstromzählers in Isolierstoffgehäuse, welche die gleichen wie die der bekannten Wechselstromzähler Form J 6 bzw. J 6 E sind, sei nur das Triebsystem kurz erwähnt. Es wird aus einem zur Systemachse radial angeordneten Spannungseisen und einem tangential verlaufenden Stromeisen gebildet und erzeugt bei geringerem Eigenverbrauch und hoher Überlastbarkeit ein großes Drehmoment. Durch eine sinnreiche magnetische Anordnung wird ein vorzüglicher Verlauf der Lastkurve erreicht. Das vor der endgültigen Montage zusammengefügte Triebsystem ist mit zwei Schrauben am Systemträger befestigt. Luftspaltjustierungen sind also nachträglich nicht erforderlich, so daß man dazu übergehen konnte, sämtliche Teile des Triebsystems zu verblocken. Die Sicherheit der Strom- und Spannungspulen gegen Durchschlag ist so erhöht worden, daß eine Beschädigung nur in ganz außergewöhnlichen Fällen auftreten kann. Ist jedoch eine Spule beschädigt, wird das ganze Triebsystem gegen ein neues ausgetauscht, woraus sich für die Elektrizitätswerke der bedeutende Vorteil ergibt, daß keine schwierigen Justierarbeiten zwecks Einstellung des Luftspaltes mehr erforderlich sind.

Die wichtigsten technischen Daten der Zähler sind nachstehend zusammengestellt:

	Einheitszähler Form J6E:	Wechselstromzähler Form J6:	
Nennstrom	10 A	3 bis 100 A	
Nennspannung . .	125 oder 220 V	75 bis 550 V	
Drehmoment (Nennlast, $\cos\varphi = 1$)	etwa 10 gcm	etwa 5 gcm	
Anlauf in % der Nennlast	etwa 0,18	etwa 0,3	
Eigenverbrauch der Spannungspule .	etwa 0,5 W	etwa 0,5 bis 1,6 W	
Eigenverbrauch der Stromspule bei Nennstrom . . .	etwa 1,8 W	etwa 0,7 bis 2,5 W	
Zulässige Überspannung ohne Leerlauf	20%	20 %	
Zulässige Belastung bei einer Genauigkeit von ± 2%		bis 15 A	von 20 bis 100 A
dauernd .	125%	250%	150%
Zulässige thermische Überlastung.	200%	350%	200%
U/min bei Nennlast	88		44
Systemgewicht . .	26,5 g		26,5 g

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 8. September 1932 | Heft 36

Vergleichsversuche mit Neon- und Glühlampenlicht für den Nachtluftverkehr.

Von F. Born und M. Reger, Berlin.

Übersicht. Die Gründe für die widersprechenden Ergebnisse der in der Literatur berichteten Vergleichsversuche zwischen Neon- und Glühlampenlicht werden erörtert. Die Untersuchungen werden auf eine vergleichbare Form gebracht und Folgerungen für die Eignung der beiden Lichtquellen für den Luftverkehr gezogen.

Die Ergebnisse der in der Literatur beschriebenen Vergleichsversuche zwischen Neonröhren und Glühlampen in bezug auf ihre Eignung für die Befeuerung von Flughäfen und Flugstrecken und für ähnliche Zwecke widersprechen sich teilweise ganz erheblich. Einige Verfasser kommen auf Grund langwieriger Versuchsreihen zu dem Ergebnis, daß die Neonröhre allen anderen Lichtquellen weit überlegen ist, andere Autoren kommen ebenfalls durch eingehende Untersuchungen zu abweichenden, oft sogar zu entgegengesetzten Urteilen. Die Ursache dieser auffälligen Uneinheitlichkeit liegt hauptsächlich darin, daß oft die Versuchsbedingungen für die verschiedenen Lichtarten nicht ausreichend angegeben und die Vergleichsgrundlagen bei der Bewertung der Ergebnisse nicht immer genügend berücksichtigt werden. Um eine Entscheidung darüber herbeizuführen, welche der beiden Lichtarten unter den im Luftverkehr vorliegenden Verhältnissen die meisten Vorteile bietet, dürfte es angebracht sein, die bei den verschiedenen Versuchen vorhandenen Bedingungen kurz zu erörtern und die Ergebnisse auf eine vergleichbare Form zu bringen.

Von vornherein kann man feststellen, daß es selbstverständlich nicht möglich ist, Leistungsaufnahme, Lichtstärke und Farbe zugleich für beide Lichtarten in Übereinstimmung zu bringen. Es ergeben sich daher folgende Vergleichsgrundlagen:

1. Vergleich der Sichtweite von Glühlampenlicht und Neonlicht bei gleicher Lichtstärke,
2. Vergleich der Leistungsaufnahme und Lichtstärke bei gleicher Sichtweite,
3. Vergleich der Sichtweite bei gleicher Leistung.

1. Vergleich der Sichtweite von Glühlampenlicht und Neonlicht bei gleicher Lichtstärke.

Die Leistungsaufnahmen von weißem Glühlampenlicht und Neonlicht sind bei gleicher Lichtstärke ungefähr dieselben. Porter und Foulke[1] haben eine Reihe von Sichtweitenbestimmungen unter den verschiedensten Bedingungen ausgeführt. Sie fanden, daß bei klarem Wetter die Sichtweiten beider Lichtarten gleich sind, daß aber bei diesigem Wetter die Sichtweite des Neonlichtes bedeutend größer als die des Glühlampenlichtes ist. Foulke führte diese Erscheinung auf die geringere Absorption des Neonlichtes zurück. In einer späteren Arbeit[2] berichtet Foulke über neuere Versuche. Hierbei wurde festgestellt, daß die Sichtweiten von Neonlicht und weißem Glühlampenlicht sich wie 1,25 : 1 bis 3 : 1 verhalten. Diese Versuche sind vermutlich unter ungünstigen Witterungsbedingungen ausgeführt worden. Die verschiedene Absorption für beide Lichtquellen bedingt ein langsameres Abnehmen des Neonlichtes, so daß das Glühlampenlicht bei zunehmender Entfernung gegenüber dem Neonlicht immer mehr zurücktritt.

Hampton[3] gibt in einer theoretischen Arbeit auf Grund von Untersuchungen von Benford eine gute Übersicht über diese Vorgänge. Setzt man die Lichtstärken von weißem Glühlampenlicht und Neonlicht gleich 100, so ergeben sich unter den von Benford angenommenen Witterungsbedingungen in den verschiedenen Entfernungen die in der Zahlentafel 1 eingetragenen scheinbaren Lichtstärken. In Spalte 4 ist das Verhältnis der scheinbaren Lichtstärken in den verschiedenen Entfernungen angegeben.

Zahlentafel 1.

Entfernung in km*[4]	Neonlicht	weißes Glühlampenlicht	Verhältnis der scheinbaren Lichtstärken
0	100	100	1 : 1
1,6	35	30	1,17 : 1
3,2	12	9,25	1,3 : 1
4,8	4,5	3	1,5 : 1
8,0	0,52	0,26	2 : 1
16,0	0,0027	0,0009	3 : 1

Es zeigt sich also, daß unter den vorausgesetzten Witterungsbedingungen schon in 8 km Entfernung das Neonlicht scheinbar doppelt so stark ist wie das weiße Glühlampenlicht, in 16 km Entfernung schon dreimal so stark. Während hiernach bei wachsender Entfernung sich eine steigende Überlegenheit des Neonlichtes über das weiße Glühlampenlicht ergibt, kann man einen solchen Vorteil des Neonlichtes beim Vergleich mit neonrot gefärbtem Glühlampenlicht von vornherein nicht erwarten. Tatsächlich konnte Breckenridge[5] beim Vergleich von neonrot gefärbtem Glühlampenlicht und Neonröhren gleicher Lichtstärke keine Unterschiede in der Sichtweite beobachten.

Um so überraschender sind Versuchsergebnisse von Foulke, über die im folgenden Abschnitt berichtet wird.

2. Vergleich der Leistungsaufnahme und Lichtstärke bei gleicher Sichtweite.

Über den Vergleich der Leistungsaufnahme und Lichtstärke bei gleicher Sichtweite liegen Versuche von Porter und Foulke sowie spätere Versuche von Foulke allein vor[6]. In beiden Versuchsreihen wurde aus einer Entfernung von 9,6 km beobachtet. Die Lichtstärke der zu untersuchenden Lichtquellen wurde kontinuierlich bis zum Sichtbarwerden gesteigert und dann umgekehrt langsam vermindert, bis die Lichtquellen außer Sicht kamen. Die Versuche wurden wiederum unter den verschiedensten Witterungsbedingungen ausgeführt. Verglichen wurden sowohl weißes als auch neonrot gefärbtes Glühlampenlicht mit Neonlicht. Für das Auftauchen war bei weißem Glühlampenlicht sogar bei klarem Wetter die 3 ... 4 fache Lichtstärke erforderlich als bei Neonlicht. Bei Beobachtung auf Verschwinden kam das weiße Glühlampenlicht schon bei der 1,5fachen Lichtstärke (bezogen auf Neon) außer Sicht. Während die hieraus sich ergebende Überlegenheit des Neonlichtes mit seiner geringeren Absorption und besseren Auffälligkeit zu erklären ist, sind die Ergebnisse der vergleichenden Versuche zwischen neonfarbigem Glühlampenlicht und Neonröhren überraschend. Denn Foulke fand, daß die zum Erscheinen erforderliche Lichtstärke des Glühlampenlichtes je nach den Witterungsbedingungen 2 ... 5mal so groß sein mußte wie die des Neonlichtes. Auch hierbei mögen die in Zahlentafel 1

[1] Trans. Illum. Engng. Soc. 1927, S. 1003.
[2] Trans. Illum. Engng. Soc. 1929, S. 387.
[3] Aircraft Engng. 1930, S. 64 (März).

*[4] Die Zahlen sind durch Umrechnung von englischen Meilen in km entstanden.
[5] Breckenridge and E. E. Nolan, Relative visibility of luminous flashes from neon lamps and from incandescent lamps with and without red filters, Bureau of Standards Research Paper 78, July 1929.
[6] Wie Fußnoten 1 und 2.

wiedergegebenen Absorptionsunterschiede zwischen Glühlampenlicht und Neonlicht bis zu gewissem Grade zur Erklärung dienen.

Die Zahlen der Tafel 1 gelten allerdings nur für den Vergleich von weißem Glühlampenlicht mit Neonlicht. Rotgefärbtes Glühlampenlicht hängt in seinen Durchdringungseigenschaften stark von der spektralen Beschaffenheit des Lichtes ab. Im allgemeinen wird rot gefiltertes Glühlampenlicht immer noch, beispielsweise im blauen Teil des Spektrums, verhältnismäßig viele Strahlen enthalten, die von Nebel stark absorbiert werden, so daß die Durchdringungseigenschaften trotz gleicher Farbe doch denen des Neonlichtes nicht gleich zu sein brauchen.

Zur Klärung des Widerspruchs mag ferner die Bemerkung von Foulke beitragen, daß es ihm durch besondere Anregungsbedingungen gelungen ist, die nach dem kurzwelligen Teil des Spektrums hin liegenden Neonlinien stark zu unterdrücken und die roten Lichtstrahlen bedeutend herauszuarbeiten. Von einem solchen Neonlicht sind wiederum bessere Durchdringungseigenschaften zu erwarten. Foulke führt außerdem an, daß Lichtquellen mit Linienspektren vom Auge besser wahrnehmbar sein sollen als Lichtquellen mit kontinuierlichen Spektren. Inwieweit diese Behauptung zutrifft, wäre nur durch besondere physiologische Untersuchungen festzustellen.

3. Vergleich der Sichtweiten bei gleicher Leistung.

Das Ergebnis des Vergleiches zwischen der Wirkung von Glühlampen- und Neonlicht derselben Leistung ist vollkommen davon abhängig, ob mit oder ohne Anwendung optischer Hilfsmittel gearbeitet wird. Die Versuchsergebnisse ohne Optik liefern naturgemäß für weißes Glühlampenlicht und Neonlicht die gleiche Lichtstärke, weil die Lichtausbeute ungefähr dieselbe ist. Die größere Auffälligkeit und das bessere Durchdringungsvermögen geben aber dem Neonlicht unter diesen Bedingungen den Vorrang. Vergleicht man die Wirkung von Glühlampen, die mit Hilfe von Filtern auf die Neonfarbe gebracht sind, mit Neonröhren gleicher Leistungsaufnahme, so erhält man, da die geeigneten Filter etwa 75 ... 80 % Absorption aufweisen, mit Neonlicht etwa die 3 ... 4fache Lichtstärke und damit auch größere Sichtweite.

Sobald man jedoch den Vergleich unter Verwendung von Optiken durchführt, liegen die Verhältnisse anders. Da die Lichtstärke eines Scheinwerfers von der Leuchtdichte der Lichtquelle abhängig ist, können mit Glühlampen infolge ihrer bedeutend höheren Leuchtdichte erheblich größere Lichtstärken als mit Neonröhren der jetzigen Form erreicht werden. Man kann daher mit geeigneten Glühlampen die vielfache Lichtstärke im Scheinwerfer erzielen, so daß bei Verwendung in der Optik die Glühlampe dem Neonlicht überlegen ist. Das gilt auch für Entladungsröhren mit Heizkathode für Netzanschluß, obwohl die Leuchtdichte dieser Röhren gegenüber den Hochspannungsröhren schon bedeutend gesteigert ist. Daß es aber unter bestimmten Bedingungen möglich ist, auch im Scheinwerfer mit Neonröhren Ergebnisse zu erzielen, die den mit Glühlampen gleicher Wattzahl in derselben Optik erhaltenen gleichwertig oder sogar überlegen sind, zeigen Versuche von Foulke[7], dem es offenbar gelungen ist, die Leuchtdichte der Neonentladung durch besonders günstige Anregungsbedingungen bedeutend zu steigern. Er vergleicht eine 900 W-Glühlampe und eine 900 W-Neonlampe im gleichen Scheinwerfer und kommt zu dem Ergebnis, daß bei klarem Wetter beide Scheinwerfer gleich gut sichtbar sind, daß aber bei nebligem Wetter der Neon-Scheinwerfer dem Glühlampen-Scheinwerfer überlegen ist, u. zw. um so mehr, je dichter der Nebel ist. Auch hier werden wohl die Auffälligkeit und das Nebeldurchdringungsvermögen des Neonlichtes ausschlaggebend gewesen sein. Porter und auch Breckenridge stehen dagegen auf Grund ihrer Versuche[8] auf dem Standpunkt, daß man bei Verwendung optischer Hilfsmittel mit der gleichen Leistung mit Glühlampen stets eine bessere Wirkung erzielen kann als mit Neonröhren, und man muß diesen Autoren wohl Recht geben. Vergleichsversuche zwischen neonrot gefärbtem Glühlampen-Scheinwerferlicht und Neonröhren im Scheinwerfer liegen nicht vor. Die Überlegenheit des roten Glühlampenlichtes bei einem solchen Vergleich ist nicht zweifelhaft. Denn durch neonrote Einfärbung wird die Lichtstärke des Glühlampenlichtes etwa auf ein Viertel herabgesetzt, während die für die Verstärkungszahl maßgebende Leuchtdichte der Glühlampe diejenige von Neonröhren der jetzigen Form etwa um das 100fache übertrifft, so daß immer noch eine bedeutend höhere Lichtstärke des neonroten Glühlampen-Scheinwerfers bleibt.

Zusammenfassend ergibt sich folgendes: Beim Vergleich von weißem Glühlampenlicht und Neonlicht derselben Lichtstärke ist das Neonlicht infolge der Farbwirkung und guten Auffälligkeit überlegen. Auch der Vergleich neonfarbigen Glühlampenlichtes mit Neonröhren fällt bei dunstigem bis nebligem Wetter zugunsten der Neonröhren aus, weil offenbar das Neonlicht mit seinem diskontinuierlichen Spektrum eine bessere Durchdringungsfähigkeit aufweist. In allen praktischen Fällen, wo es auf die Erzielung einer guten Auffälligkeit ankommt, ferner überall da, wo man auf die Verwendung von Optiken verzichten will oder muß, wird die Neonröhre also zweckmäßiger sein, also z. B. für Flugstrecken-Zwischenfeuer, Flughafen-Umrandungsfeuer, Flughafen- und Flugstrecken-Hindernisfeuer. Wenn jedoch die Aufgabe gestellt wird, mit einem bestimmten Leistungsaufwand eine möglichst große Fernwirkung zu erzielen, z. B. bei Flugstrecken-Hauptfeuern und Ansteuerungsfeuern von Flughäfen, so wird stets die Glühlampe vorzuziehen sein, da sie mit optischen Hilfsmitteln Lichtstärken von ganz anderer Größenordnung zu erreichen gestattet.

Wenn es der Leuchtröhrentechnik gelingt, die Leuchtdichte der Neonentladung ganz erheblich zu steigern, so würde die Verwendung der Neonröhren im Scheinwerfer natürlich bedeutend aussichtsreicher werden.

Der von M. Pirani schon vor längerer Zeit angeregte Versuch, große Sichtweiten durch Anstrahlung großer Flächen zu erzielen, ist bisher leider noch nicht praktisch ausgeführt worden. Neonröhren eignen sich zur Bestrahlung großer Flächen sehr gut, und es gibt optische Hilfsmittel, die praktisch den ganzen Lichtstrom einer Neonröhre auf eine Fläche zu richten gestatten. Solche rot angestrahlten Flächen würden sowohl eine gute Fernwirkung, als auch eine gute Auffälligkeit aufweisen. Es wäre zu wünschen, daß Vergleichsversuche zwischen der Wirkung rot angestrahlter großer Flächen und Scheinwerfern mit Glühlampen bei gleichem Leistungsaufwand ausgeführt werden.

[7] Wie Fußnote 2.

[8] Wie Fußnoten 1 und 5.

Die Beanspruchung von Glühkathodenventilen bei ihrer Verwendung in verschiedenen Schaltungen.

(Mitteilung aus dem Röhrenlaboratorium der Osram G. m. b. H.)

Von **Konrad Meyer**, Berlin.

Übersicht. Es werden für die gebräuchlichsten Schaltungen die Faktoren, die Wechselspannung und Gleichspannung miteinander verknüpfen, besprochen und in einer Zahlentafel zusammengestellt.

Bis vor kurzer Zeit hatte die Starkstromtechnik von Glühkathodenventilen nur in relativ seltenen Fällen Gebrauch gemacht. Der Grund war, daß die Leistungen, die mit derartigen Röhren bewältigt werden konnten, nur sehr bescheiden waren, die Verluste dagegen ziemlich beträchtlich. Durch den gewaltigen Aufschwung des Rundfunkwesens wurde vor allem in Amerika auch an dem Problem der Gleichrichtung hochgespannter Ströme eifrig und mit Erfolg gearbeitet. Das Ergebnis dieser Entwicklung ist der Quecksilberdampf-Gleichrichter mit Glühkathode. Er hat in Amerika in Hochspannungsanlagen alle anderen Gleichrichter fast völlig verdrängt und wird dort schon bis zu ganz beträchtlichen Leistungen gebaut[1]. In Deutschland ging man vom Quecksilberdampf-Gleichrichter (mit Quecksilberkathode) aus und entwickelte diesen bis zu Spannungen von 20 kV und mehr, so daß sich bei uns heute beide Gleichrichtertypen als Konkurrenten gegenüberstehen, und man kann z. Z. noch nicht sagen, welcher bei uns in Zukunft die größere Verbreitung finden wird.

[1] In der Gen. electr. Rev. Bd. 32, S. 473 (1929) findet sich eine Beschreibung mit Photographien einer Anlage für 750 kW bei 15 kV.

Während nun bei dem Quecksilberdampf-Gleichrichter (mit Quecksilberkathode) schaltungstechnisch keine prinzipiell neuen Probleme auftauchen, liegen bei dem Glühkathoden-Gleichrichter die Verhältnisse insofern völlig anders, als hier z. Z. jede Phase ganz für sich allein in einem eigenen Gefäß gleichgerichtet wird. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit 1. ein und dieselbe Gleichrichterröhre in verschiedenen Schaltungen zu verwenden, 2. Schaltungen anzuwenden, bei denen mehrere elektrisch getrennte Kathoden erforderlich sind, wie z. B. bei der Graetzschen Schaltung. Es ist leicht einzusehen, daß die Beanspruchung der Ventile in den einzelnen Schaltungen verschieden sein wird und daß man nun genau unterscheiden muß, welche der für die Gleichrichteranlage charakteristischen Größen (Gleichspannung, Gleichstrom, aufzuwendende Wechselspannung und maximale Sperrspannung) durch die gewählte Schaltung und welche durch die verwendeten Ventile bedingt sind.

Die Größen, durch die ein Glühkathodenventil ganz unabhängig von der Schaltung charakterisiert ist, sind:

1. Die maximale Sperrspannung. — Man versteht darunter diejenige Spannung, welcher ein Ventil unter Betriebsbedingungen in der undurchlässigen Richtung standhalten kann, ohne durchlässig zu werden. Geht man mit der Spannung höher, so verliert das Rohr meist plötzlich seine Ventileigenschaft, d. h. es wird auch in der sonst undurchlässigen Richtung leitend. Dieser Vorgang ist ja eine unter dem Namen „Rückzündung" auch vom Quecksilberdampf-Gleichrichter (mit Quecksilberkathode) bekannte Erscheinung.

2. Die maximale Emission. — Man versteht darunter den größten Strom, den die Glühkathode liefern kann, ohne daß sie oder das Rohr Schaden leiden. Überschreitet man diese Grenze, so wird hierdurch die Lebensdauer der Kathode verkürzt. Außerdem kann sich auch die Anode zu stark erhitzen, was leicht zu Rückzündungen Anlaß geben kann. Erwähnt muß noch werden, daß die maximale Emission beim Betrieb mit Wechselspannung von 50 Hz, der im allgemeinen zugrunde gelegt wird, in jeder Periode nur ganz kurze Zeit erreicht wird. Würde man von einem Gleichrichter verlangen, daß er dauernd die maximale Emission liefert (z. B. bei einer Prüfung mit Gleichspannung), so kann sich die Anode zu stark erhitzen und der Gleichrichter Schaden leiden. Es müßte also streng genommen auch stets noch angegeben werden, ob die maximale Emission dauernd (bei Gleichstrombelastung) oder nur für eine anzugebende kurze Zeit ohne Schaden für den Gleichrichter geliefert werden kann. In der Praxis liegen die Verhältnisse so, daß, wenn nichts Näheres angegeben ist, die Werte immer auf sinusförmigen Wechselstrom von 50 Hz zu beziehen sind.

3. Der Spannungsabfall an Gleichrichtern. — Man versteht darunter diejenige Spannung, welche in der durchlässigen Richtung am Gleichrichter liegt. Bei Ventilen mit Gas- oder Dampffüllung ist diese Spannung meist sehr niedrig und von der Belastung ziemlich unabhängig.

4. Die Heizung. — Diese spielt im allgemeinen eine ziemlich untergeordnete Rolle und soll daher, zumal sie für die folgenden Betrachtungen belanglos ist, einstweilen übergangen werden.

Im folgenden soll nun gezeigt werden, wie man mit Hilfe dieser Röhrenkonstanten sowie der Schaltung und Schaltungselemente, die man verwenden will, Gleichstrom und Gleichspannung sowie die aufzuwendende Wechselspannung ermitteln kann. Hierzu ist es nötig, zunächst einmal den Einfluß der verschiedenen Schaltungen ohne Berücksichtigung der einzelnen Schaltungselemente zu studieren, deren Einfluß später besprochen werden soll. Wir machen daher folgende vereinfachende Annahmen:

1. Der Transformator besitze weder Verluste noch Streuung.
2. Im Ventil finde kein Spannungsabfall statt.
3. Die Belastung bestehe nur aus ohmschem Widerstand.

Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich die in Zahlentafel 1 zusammengestellten Umrechnungsfaktoren. Die Tafel ist folgendermaßen zu lesen: Man sucht stets die gegebene Größe am linken Rand und die gesuchte am oberen Rand der Tafel. Die gesuchte ist dann stets gleich der gegebenen mal dem am Schnittpunkt der Spalten stehenden Faktor.

Zahlentafel 1.

	I Einweg-Schaltung			II Zweiweg-Schaltung			III Graetzsche Schaltung			IV Dreiphasen-Einweg-Schaltung			V Dreiphasen-Zweiweg-Schaltung			VI Graetzsche Schaltung für 3 Phasen		
	$U_=$	$U_\sim$	U_V	$U_=$	$U_\sim$	U_V	$U_=$	$U_\sim$	U_V	$U_=$	$U_\sim$	U_V	$U_=$	$U_\sim$	U_V	$U_=$	$U_\sim$	U_V
$U_=$	1 1	$\frac{\pi}{\sqrt{2}}$ 2,221	π 3.141	1 1	$\frac{\pi}{\sqrt{2}}$ 2,221	π 3,141	1 1	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}}$ 1,111	$\frac{\pi}{2}$ 1,571	1 1	$\frac{2\pi}{3\sqrt{2}\sqrt{3}}$ 0,855	$\frac{2\pi}{3}$ 2,094	1 1	$\frac{\pi}{3\sqrt{2}}$ 0,740	$\frac{2\pi}{3}$ 2,094	1 1	$\frac{\pi}{3\sqrt{3}\sqrt{2}}$ 0,427	$\frac{\pi}{3}$ 1,047
$U_\sim$	$\frac{\sqrt{2}}{\pi}$ 0,450	1 1	$\sqrt{2}$ 1,414	$\frac{\sqrt{2}}{\pi}$ 0,450	1 1	$\sqrt{2}$ 1,414	$\frac{2\sqrt{2}}{\pi}$ 0,900	1 1	$\sqrt{2}$ 1,414	$\frac{3\sqrt{2}\sqrt{3}}{2\pi}$ 1,169	1 1	$\sqrt{2}\sqrt{3}$ 2,449	$\frac{3\sqrt{2}}{\pi}$ 1,350	1 1	$2\sqrt{2}$ 2,828	$\frac{3\sqrt{3}\sqrt{2}}{\pi}$ 2,339	1 1	$\sqrt{2}\sqrt{3}$ 2,449
U_V	$\frac{1}{\pi}$ 0.318	$\frac{1}{\sqrt{2}}$ 0,707	1 1	$\frac{1}{\pi}$ 0,318	$\frac{1}{\sqrt{2}}$ 0,707	1 1	$\frac{2}{\pi}$ 0,637	$\frac{1}{\sqrt{2}}$ 0,707	1 1	$\frac{3}{2\pi}$ 0,477	$\frac{1}{\sqrt{2}\sqrt{3}}$ 0,408	1 1	$\frac{3}{2\pi}$ 0,477	$\frac{1}{2\sqrt{2}}$ 0,353	1 1	$\frac{3}{\pi}$ 0,955	$\frac{1}{\sqrt{2}\sqrt{3}}$ 0,408	1 1

	I		II		III		IV		V		VI	
	$I_=$	I_V	$I_=$	I_V	$I_=$	I_V	$I_=$	I_V	$I_=$	I_V	$I_=$	I_V
$I_=$	1 1	π 3,141	1 1	$\frac{\pi}{2}$ 1,571	1 1	$\frac{\pi}{2}$ 1,571	1 1	$\frac{2\pi}{3\sqrt{3}}$ 1,209	1 1	$\frac{\pi}{3}$ 1,047	1 1	$\frac{\pi}{3}$ 1,047
I_V	$\frac{1}{\pi}$ 0,318	1 1	$\frac{2}{\pi}$ 0,637	1 1	$\frac{2}{\pi}$ 0,637	1 1	$\frac{3\sqrt{3}}{2\pi}$ 0,827	1 1	$\frac{3}{\pi}$ 0,955	1 1	$\frac{3}{\pi}$ 0.955	1 1

Im folgenden soll nun noch kurz besprochen werden, wie die in der Tafel stehenden Umrechnungsfaktoren entstanden sind, denn die dazu nötigen Überlegungen sind zum Teil doch nicht so einfach, daß sie sich von selbst verstehen.

1. Die maximale Sperrspannung.

Sie ist, wie ohne weiteres einzusehen ist, bei Schaltung I gleich der maximalen Spannungsdifferenz, die an den beiden Enden der Transformatorwicklung auftritt, wenn das Ventil sich in der Sperrphase befindet. Dies ist aber einfach der Scheitelwert der vom Transformator gelieferten Wechselspannung, also bei sinusförmiger Spannungskurve, die auch für alle später mitgeteilten Werte vorausgesetzt sein soll, das $\sqrt{2}$fache des Effektivwertes der Wechselspannung.

Bei Schaltung II liegen die Verhältnisse ganz genau so. Dies ist unschwer einzusehen, denn während z. B. Ventil 1 sperrt, leitet Ventil 2. Also liegt seine Kathode und damit auch die Kathode des Ventils 1 auf dem gleichen positiven Potential (da wir ja den Spannungsabfall im Ventil vernachlässigen) wie das Ende *B* der Transformatorwicklung. Das Ventil muß also in dieser Schaltung ebenfalls der maximalen Spannung, die zwischen den Enden *A* und *B* des Transformators auftritt, standhalten.

Für Schaltung III gilt ganz genau das gleiche, denn dadurch, daß zu dem Ventilpaar 1, 2 noch ein wei-

teres Ventilpaar 3, 4 geschaltet wird, ändert sich ja an der Spannungsverteilung bei den Ventilen 1 und 2 gar nichts und für Ventil 3 und 4 muß natürlich das gleiche gelten wie für Ventil 1 und 2, nur jeweils in der entgegengesetzten Halbwelle.

Anders werden die Verhältnisse erst bei Schaltung IV. Hier fällt die maximale Sperrspannung natürlich nicht mit den Maxima der Spannungskurven der einzelnen Phasen zusammen. Sie liegt vielmehr dort, wo die Potentialdifferenz zwischen einer Phase und der ihr um 120° vor- bzw. nacheilenden Phase ein Maximum erreicht. Die Kurve, die uns die Potentialdifferenz zweier um 120° versetzter Phasen darstellt, ist aber nichts anderes als die Kurve der verketteten Spannung, d. h. also, die maximale Sperrspannung ist gleich der Amplitude der verketteten Spannung und demnach das $\sqrt{3}\cdot\sqrt{2}$fache des Effektivwertes der Phasenspannung, auf die man sich bei der Drei- und Sechsphasengleichrichtung immer bezieht.

Schaltung V. Die maximale Sperrspannung ist hier natürlich gleich dem doppelten Scheitelwert der Spannung einer Phase, da bei dieser Schaltung stets zwei Schenkel des Transformators die entgegengesetzt gleiche Spannung führen. Auf den Effektivwert der Spannung eines Schenkels bezogen, beträgt die maximale Sperrspannung somit das $2\sqrt{2}$fache.

Bei Schaltung VI ist die Sperrspannung natürlich wieder genau die gleiche wie bei Schaltung IV, denn die Röhren 3, 4, 5 liegen in bezug auf den Transformator zu den Röhren 1, 2, 3 parallel, wenn auch in entgegengesetzter Richtung.

2. Die aufzuwendende Wechselspannung.

Schaltung I. Wir ermitteln zunächst das Verhältnis des Maximalwertes der gleichgerichteten Spannung zu ihrem Mittelwert und hieraus dann den Effektivwert der Wechselspannung. Der Maximalwert (y_0) verhält sich zum Mittelwert wie die einfach schraffierte Fläche F_1 der Abb. 1 zu der doppelt schraffierten F_2.

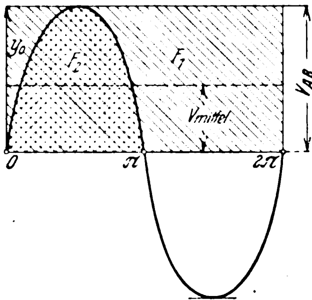


Abb. 1. Einwegschaltung.

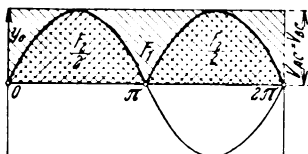


Abb. 2. Zweiwegschaltung.

Nun ist aber:

$$F_1 = y_0 \cdot 2\pi$$

$$F_2 = \int_{x=0}^{x=\pi} y_0 \sin x \, dx = y_0 \cdot 2,$$

somit

$$\frac{F_1}{F_2} = \pi.$$

Der Maximalwert ist also das πfache und der Effektivwert der Wechselspannung das $\pi/\sqrt{2}$fache des Mittelwertes der gleichgerichteten Spannung.

Schaltung II. Hier gelten natürlich die gleichen Überlegungen, nur ist die Fläche F_2 (doppelt schraffiert) im Verhältnis zur Fläche F_1 (einfach schraffiert) doppelt so groß wie im vorigen Fall (Abb. 2).

Der Maximalwert ist also das $\pi/2$fache des Mittelwertes der Gleichspannung. Die Amplitude y_0 der Gleichspannung ist bei dieser Schaltung aber, wie ohne weiteres einzusehen ist, nur halb so groß wie die Amplitude der zwischen den Transformatorenden A, B herrschenden Spannung. Auf diese wollen wir uns aber beziehen. Wir finden dann, daß der Effektivwert der Wechselspannung AB wieder gleich dem $\pi/\sqrt{2}$fachen des Mittelwertes der gleichgerichteten Spannung ist.

Schaltung III. Diese Schaltung wirkt im Gegensatz zu den beiden erstgenannten, bei denen stets ein Schenkel des Transformators während einer Halbwelle gesperrt war, wie der Kommutator einer Gleichstrommaschine, so daß beide Halbwellen voll ausgenutzt werden. Es gelten natürlich wieder die für Schaltung I abgeleiteten Beziehungen, nur ist die Fläche F_2 diesmal nicht nur im Verhältnis zu Fläche F_1 doppelt so groß wie bei Schaltung I und somit der Maximalwert wieder das $\pi/2$fache des Mittelwertes der gleichgerichteten Spannung, sondern auch absolut. Der Effektivwert der Wechselspannung ist daher das $\frac{\pi}{2\sqrt{2}}$fache des Mittelwertes der Gleichspannung.

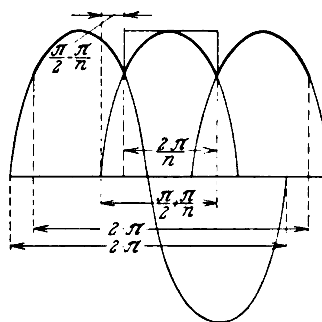


Abb. 3. n-Phasen-Schaltung.

Schaltung IV. Für alle Schaltungen mit mehr als 2 Phasen überlappen sich diese. Wir müssen wieder, um das Verhältnis vom Effektivwert der Wechselspannung zu dem Mittelwert der gleichgerichteten Spannung, das wir künftig mit C_e bezeichnen wollen, berechnen zu können, das Verhältnis der von der Kurve eingeschlossenen Fläche zu der Fläche des Rechteckes bilden, das die gleiche Grundlinie und die Höhe der maximalen Amplitude der Kurve hat (Abb. 3). Kaden[2] hat diesen Fall allgemein für n Phasen behandelt. Er findet

$$\frac{2\pi}{n} U_{gl} = U_{max} \int_{\pi\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{n}\right)}^{\pi\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{n}\right)} \sin x \, dx,$$

und hieraus ergibt sich durch Umformung

$$U_{gl} = \frac{n}{\pi} U_{max} \sin \frac{\pi}{n},$$

und wenn wir statt des Maximalwertes der Wechselspannung den Effektivwert einführen, bekommen wir

$$C_e = \frac{U_{eff}}{U_{gl}} = \frac{\pi}{n\sqrt{2}\sin\frac{\pi}{n}}.$$

Für die Dreiphasenschaltung ergibt sich somit

$$C_e = \frac{\pi}{3\sqrt{2}\sin\frac{\pi}{3}}.$$

Schaltung V. Aus dem eben Ausgeführten ergibt sich

$$C_e = \frac{\pi}{3\sqrt{2}}.$$

Schaltung VI. Hier gelten zunächst die gleichen Überlegungen wie bei Schaltung IV. Nur bei dem Übergang vom Maximalwert auf den Effektivwert muß man bedenken, daß hier der Maximalwert der Gleichspannung V_{max} nicht identisch ist mit dem Maximalwert der Wechselspannung U_{max}. Wir müssen daher schreiben:

$$U_{gl} = \frac{\pi}{n} V_{max} \sin \frac{\pi}{n}.$$

V_{max} haben wir schon berechnet, es ist nämlich nichts anderes als die maximale Sperrspannung, und für diese wurde gefunden:

$$\sqrt{3}.\sqrt{2}\, U_{eff}.$$

Wir bekommen dann

$$C_e = \frac{\pi}{n\sqrt{3}.\sqrt{2}\sin\frac{\pi}{n}}.$$

Dabei ist aber zu beachten, daß wir bei dieser Schaltung eine der Sechsphasenschaltung entsprechende Kurvenform bekommen, denn da stets 2 Ventile gleichzeitig arbeiten, addieren sich immer die Spannungen zweier Phasen, wodurch eine Kurve wie bei einer Sechsphasenschaltung entsteht. Wir müssen also wieder $n = 6$ setzen. Dann erhalten wir

$$C_e = \frac{\pi}{3\sqrt{3}.\sqrt{2}}.$$

3. Die maximale Emission.

Schaltung I. Das Verhältnis des Maximalwertes des Stromes zu seinem Mittelwert ist natürlich das gleiche wie das des Maximalwertes der Spannung zu deren Mittelwert, d. h. die maximale Emission beträgt das πfache des Mittelwertes des Gleichstromes.

[2] H. Kaden, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 3, S. 41 (1923).

Schaltung II. Auch hier gelten die gleichen Ausführungen wie bei der Spannung, die maximale Emission ist also das $\pi/2$fache des Mittelwertes des Gleichstromes. Das gleiche gilt von Schaltung III.

Schaltung IV. Wenn wir die gleichen Überlegungen für den Strom anstellen, so finden wir

$$I_{gl} = I_{max} \frac{n}{\pi} \sin \frac{\pi}{n}$$

oder die maximale Emission:

$$I_{max} = \frac{\pi}{3 \sin \frac{\pi}{3}} I_{gl}.$$

Schaltung V. Hier ist $n = 6$, somit

$$I_{max} = \frac{\pi}{3} I_{gl}.$$

Schaltung VI. Da die Gleichspannungs- und somit auch die Gleichstromkurve dieselbe Form haben wie bei der Schaltung V, so gilt natürlich auch die gleiche Beziehung, also

$$I_{max} = \frac{\pi}{3} I_{gl}.$$

Alle übrigen in der Tafel enthaltenen Werte lassen sich so einfach auf die eben errechneten Werte zurückführen, daß eine ausführliche Besprechung sich erübrigt.

Über das Heylanddiagramm von Asynchronmotoren.

Von Dr.-Ing. H. Möller, Darmstadt.

Übersicht. Im folgenden werden einige Beobachtungen mitgeteilt, die sich auf die Abweichung des Heylanddiagramms von der Kreisform beziehen. Zunächst wird die durch die Sättigung der Zahnspitzen verursachte Abweichung von der Kreisform behandelt; sodann wird auf einige weitere Deformationen des Kreisdiagramms eingegangen, deren Ursache die höheren Harmonischen der Stator- und Rotorfelder sind.

Es ist schon seit langem bekannt, daß für gesättigte Motoren das Heylanddiagramm nicht mehr genau genug ist[1]. Der bei voller Spannung aufgenommene Kurzschlußstrom ist bedeutend größer als der durch Umrechnung aus dem Kurzschlußversuch erhaltene, d. h. die Kurzschlußcharakteristik $I_k = f(U)$ ist keine Gerade, sondern biegt mit wachsender Spannung nach oben ab. Es ändert sich jedoch nicht nur die Größe des auf Normalspannung umgerechneten Stromes, sondern auch der $\cos \varphi_k$. In Abb. 1 sind für den weiter unten beschriebenen Drehstrom-Käfigankermotor von 1,1 kW der Kurzschlußstrom und $\cos \varphi_k$ als Funktion der Spannung aufgetragen.

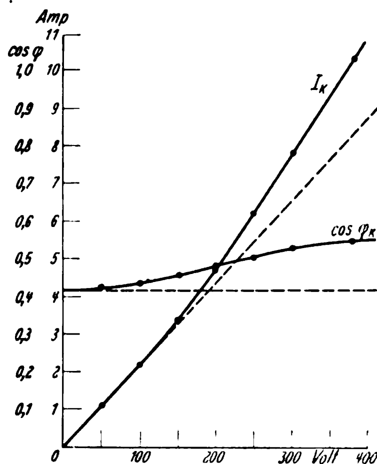


Abb. 1. Strom und $\cos \varphi$ im Kurzschluß in Abhängigkeit von der Spannung.

Überträgt man die Punkte der Kurzschlußcharakteristik mit dem zugehörigen $\cos \varphi_k$ in das Stromvektordiagramm, so findet man, daß diese Punkte auf einem Kreise liegen (Abb. 2). Der Radius dieses Kreises[2] ist gleich $\frac{1}{2} \frac{U}{R_1 + R_2}$. Hierin ist U die Klemmenspannung, R_1 und R_2 Primär- und Sekundärwiderstand, auf Primärwindungszahl umgerechnet. Für einen beliebigen Schlupf ist der Radius gleich $\frac{1}{2} \frac{U}{R_1 + \frac{R_2}{\sigma}}$.

Ermittelt man auf experimentellem Wege die Punkte des Stromvektordiagramms bei konstanter Spannung mit wachsendem Schlupf, so wird man feststellen, daß sich die Punkte immer mehr vom Kreise abheben und auf einer Kurve liegen, die Ähnlichkeit mit einer Ellipse hat (Abb. 2)[1]. Die Ursache hierfür ist die, daß mit dem Strom die Streuung anwächst, u. zw. anfangs proportional, später jedoch wegen wachsender Sättigung in schwächerem Maße. Dadurch wird die Streuung im Verhältnis kleiner, der ideelle Kurzschlußstrom wächst an. Für jeden Schlupf ließe sich ein besonderer Heylandkreis zeichnen, von dem allerdings nur ein einziger Punkt verwendbar ist.

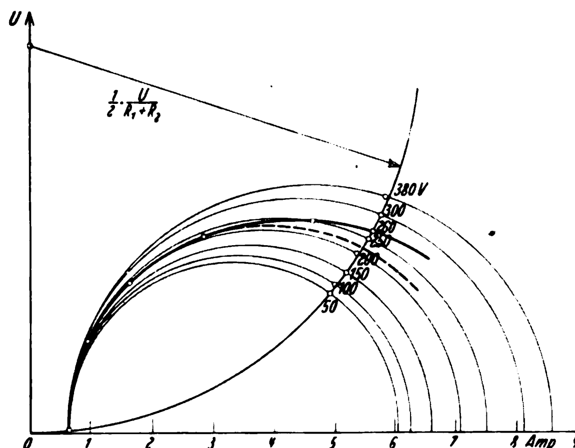


Abb. 2. Stromvektordiagramm eines Kurzschlußläufers bei Sättigung der Eisenwege; Verschiebung des Kurzschlußpunktes mit wachsender Spannung.

Im folgenden seien einige hauptsächlich aus dem Jahre 1928 stammende experimentelle Ergebnisse angegeben, die z. T. die von Dreyfus und Unger angeführten Erscheinungen, anderseits aber auch einige weitere Einflüsse auf die Gestalt des Heylandkreises behandeln. Die Versuche wurden an einem Drehstrommotor der Firma Garbe-Lahmeyer von 1,1 kW, 380/220 V, 1500 U/min durchgeführt. Die Statornutzahl war 24; diesem Stator stand eine größere Anzahl Rotoren zur Verfügung mit verschiedenen Nutzahlen. Die Abmessungen des Motors waren

Stator-Außendmr.	195 mm	Rotor-Innendmr. .	30 mm
„ -Innendmr.	115 „	Länge	60 „
Rotor-Außendmr.	114 „		

Die Abmessungen der Statornut sind 13,6/9,1 · 23,8 · 2 mm, Steghöhe 0,5 mm, Drahtzahl je Nut 108, Drahtdmr. 0,85 mm blank, mittlere Windungslänge 0,5 m. Die Abmessungen der Rotornuten sind in folgender Zahlentafel enthalten:

[1] S. z. B. L. Dreyfus, Das Vektordiagramm des Ein- und Mehrphaseninduktionsmotors auf experimenteller Basis, Arch. Elektrotechn. Bd. 1, S. 124 (1912).

[2] S. a. R. Baffrey, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 751 (1928). F. Unger, Die Arbeitskurve neuzeitlicher Induktionsmaschinen, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 48, S. 745 (1930).

Zahlentafel 1.

Nutzahl	10	16	20	24	28	32
Stab-Dmr.	10	8	7,5	6,5	6,3	5,8
Loch-Dmr.	16,1	10,3	9	7,5	7	6,3

Nutzahl	36	44	48	
Kupferquerschnitt	2,8 × 9	2 × 10	1,8 × 10	Nut und Kupfer sind oben und unten halbkreisförmig abgerundet
Nutquerschnitt . .	3,3 × 15,5	2,7 × 15,5	2,4 × 15,5	

Steg bei allen Rotoren 0,5 mm, Schlitz 1 mm; nur bei Rotornutzahl 10 war der Schlitz 1,5 mm, während Rotornutzahl 20 ungeschlitzt war. Querschnitt des Endringes 70 mm².

Von dem Stator mit 24 und dem Rotor mit 28 Nuten wurden die Kurzschlußpunkte mit wachsender Spannung aufgenommen (Abb. 1). In Abb. 2 sind diese Punkte ebenfalls eingezeichnet, wobei die Werte auf gleiche Spannung umgerechnet wurden. Durch diese Punkte läßt sich mit großer Genauigkeit ein Kreis ziehen, der auch durch den Koordinaten-Nullpunkt geht, und dessen Mittelpunkt auf der Ordinatenachse liegt. Ermittelt man aus Strom und $\cos \varphi_k$ den Gesamtwiderstand der Maschine so findet man, daß der Radius des Kreises gleich $\frac{1}{2} \frac{U}{R_1 + R_2}$ ist, also der gleiche Radius wie der von Baffrey und Unger angegebene.

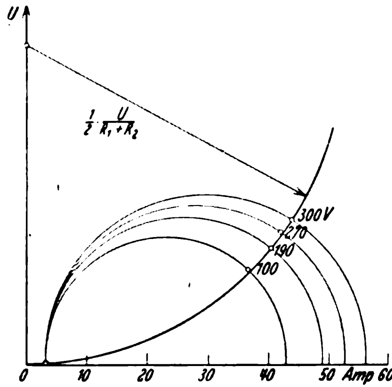


Abb. 3. Wie Abb. 2, jedoch für einen Schleifringläufer.

Ein entsprechender Kreis wurde auch an einem Schleifringmotor von 4 kW, 380/220 V, 1500 U/min (Bauart Brown-Boveri) aufgenommen (Abb. 3). Die Kurzschlußpunkte liegen ebenfalls auf einem Kreise durch O, dessen Mittelpunkt auf der Ordinatenachse liegt und dessen Radius gleich $\frac{1}{2} \frac{U}{R_1 + R_2}$ ist. Für jeden aufgenommenen Kurzschlußpunkt sind die normalen Heylandkreise, konstruiert aus P_0 und P_k, eingezeichnet. Es sei noch erwähnt, daß bei allen Kurzschlußversuchen der Rotor mit ganz geringer Drehzahl (etwa $^1/_{25} \ldots ^1/_{30}$ der synchronen Drehzahl) entgegen dem Drehfeld angetrieben wurde.

Diagramm für Rotornutzahl 20 fällt etwas aus dem Rahmen, weil dieser Rotor mit ungeschlitzten Nuten ausgeführt war. Es ist ferner zu erkennen, daß alle Punkte gleichen Schlupfes ungefähr auf einem Kreise liegen, dessen Mittelpunkt auf der Ordinatenachse liegt. Die verschiedenen Rotoren sind nämlich so berechnet, daß die auf den Stator bezogenen Widerstände praktisch die gleichen sind. Aus den Radien der Kreise lassen sich Stator- und Rotorwiderstand errechnen; aus allen diesen Kreisen erhält man etwa dieselben Widerstände, nur der Kreis für $\sigma = 2$ ergibt einen größeren Widerstand, was vielleicht auf die Stromverdrängung im Rotor bei der hohen Periodenzahl zurückzuführen ist.

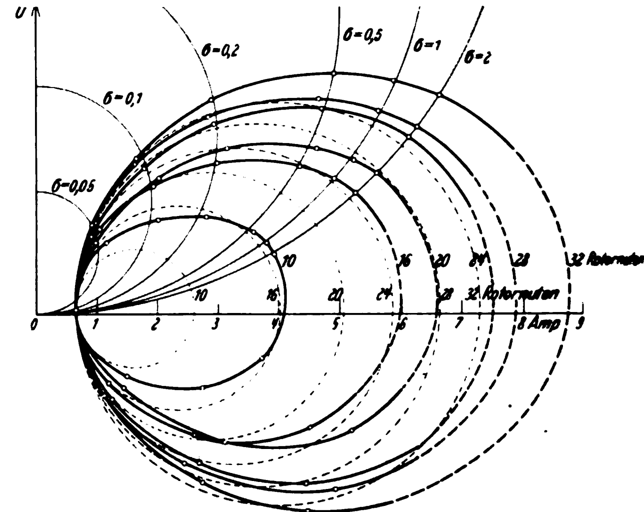


Abb. 4. Veränderung des Stromvektordiagramms mit der Rotornutzahl.

In der Abb. 4 sind auch die vorausberechneten Heylanddiagramme gestrichelt eingezeichnet. Man erkennt, daß bei kleinen Rotornutzahlen die Unterschiede zwischen Berechnung und Versuch sehr bedeutend sind (bei Rotor-

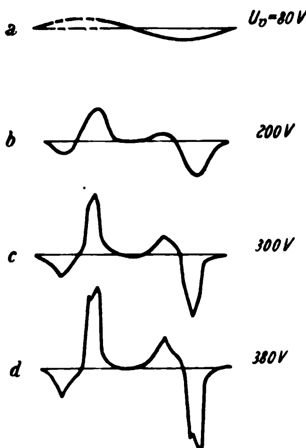


Abb. 5. Oszillogramm der Spannung, die in einer um eine Zahnspitze gelegten Wicklung induziert wird.

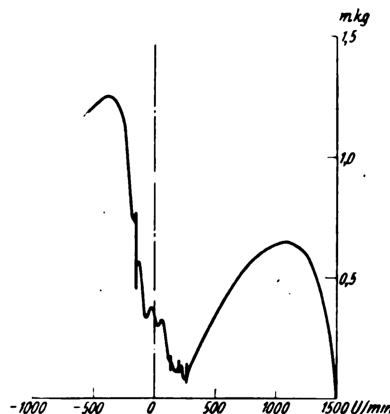


Abb. 6. Drehmomentkurve eines Asynchronmotors mit Kurzschlußläufer in Abhängigkeit von der Drehzahl bei einem Stator mit 24 und einem Rotor mit 44 Nuten.

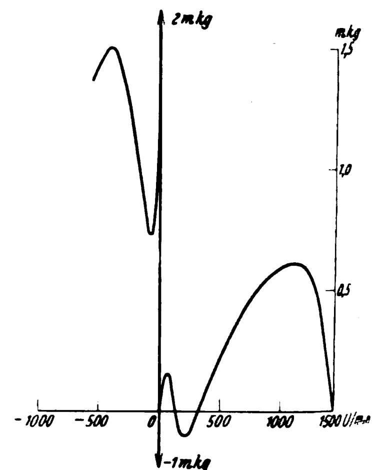


Abb. 7. Drehmomentkurve bei einem Stator mit 24 und einem Rotor mit 48 Nuten.

In Abb. 4 sind für die Statornutzahl 24 und für die Rotornutzahlen 10, 16, 20, 24, 28 und 32 die experimentell ermittelten Diagramme mit dicken Linien eingezeichnet. Bei diesen Aufnahmen wurde eine Spannung von 260 V zugrunde gelegt, um keine zu große Erwärmung auftreten zu lassen. Ermittelt wurden die Werte für $\sigma = 2$; 1; 0,5; 0,2; 0,1; 0,05; —0,05; —0,1 und —0,2. Es sei hier schon bemerkt, daß bei allen diesen Rotornutzahlen selbst die Aufnahme dieser Punkte nicht genügt, um das ganz genaue Vektordiagramm zu erhalten; weiter unten wird darauf noch näher eingegangen. Aus Abb. 4 ist zu ersehen, wie die Kreisform des Heylanddiagramms übergeht in eine Kurvenform, die Ähnlichkeit mit einer Ellipse hat[3]. Das

nutzahl 10 ist der Durchmesser des gemessenen Kreises etwa 60 % größer als der des berechneten), während sich bei höheren Rotornutzahlen Berechnung und Messung immer mehr angleichen. Alle Versuchsergebnisse gelten hier natürlich nur für 260 V; bei voller Spannung werden sich die Ergebnisse entsprechend verschieben, doch bleiben die gezeigten Verhältnisse im Prinzip bestehen.

Diese Änderung ist auf folgende Weise zu erklären. Bei kleinen Rotornutzahlen steigt der Strom je Nut im umgekehrten Verhältnis der Nutzahl. Die Nutenstreuung kann jedoch nicht in demselben Maße anwachsen, da die Streuwege mit steigendem Strom bald gesättigt sind, u. zw. sind es in erster Linie die Zahnspitzen, welche die Sättigungsgrenze erreichen. Wie hoch sich dieselben sättigen, sei an einer kurzen Rechnung gezeigt.

³ Dreyfus, Arch. Elektrotechn. Bd. 1, S. 124 (1912).

Für 16 Rotornuten ergab die Rechnung eine Rotornutenstreuung von etwa 4000 Linien für je 1 A Statorstrom. Der Kurzschlußstrom wurde zu 4 A berechnet, die Rotornutenstreuung ist also $4 \cdot 4000 = 16\,000$ Linien. Aus der Rechnung ergibt sich ferner, daß der Leitwert des Steges und des angrenzenden Luftraumes zusammen etwa gleich der Hälfte des gesamten Leitwertes der Nut ist. Infolgedessen ist der auf den Steg entfallende Teil der Rotornutenstreuung mit 8000 Linien in Rechnung zu setzen. Diesen Kraftlinien steht ein Eisenquerschnitt zur Verfügung von $0{,}05 \cdot 6 \cdot 0{,}9 = 0{,}27\ \text{cm}^2$. Die theoretische Induktion im Steg beträgt also $\frac{8000}{0{,}27} = 29\,600$ Linien. Infolge dieser Sättigung ist die wirkliche Induktion viel geringer, d. h. man kann mit einem ideellen Nutschlitz rechnen, der viel größer ist als der wirkliche. Aus dem gleichen Grund geht auch die doppeltverkettete Streuung zurück.

noch unter die Nullinie herunter, obwohl die Aufnahme nur mit ⅔ der vollen Spannung gemacht wurde. In Abb. 8 und 9 sind die zugehörigen punktweise aufgenommenen Vektordiagramme dargestellt. Wie man aus ihnen erkennt, hat das Vektordiagramm starke Einbuchtungen, die ganz denjenigen der Drehmomentkurve entsprechen. Die Konstruktion des Diagramms aus 3 oder 4 Punkten ist also hier noch nicht genügend.

Eine weitere Reihe von Störungsursachen ist in den „synchronen Schleichdrehzahlen[5]" begründet. Beispiele für Drehmomente synchroner Natur zeigen die Abb. 10 und 11, die ebenfalls meiner oben angeführten Arbeit entnommen sind. Sie stellen die Drehmomente für den Stator mit 24 und die Rotoren mit 28 und 16 Nuten dar. Daß bei einer solchen Drehmomentkurve das Vektordiagramm des

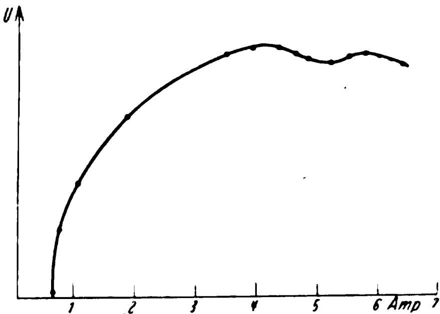


Abb. 8. Das der Abb. 6 entsprechende Stromvektordiagramm.

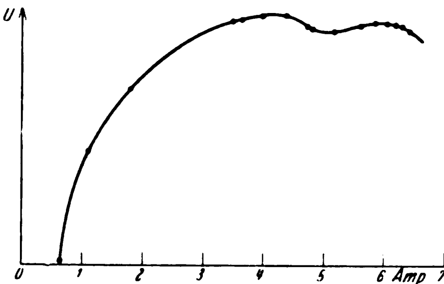


Abb. 9. Das der Abb. 7 entsprechende Stromvektordiagramm.

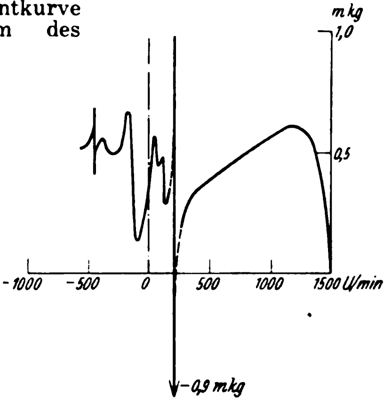


Abb. 10. Drehmomentkurve eines Asynchronmotors mit Kurzschlußläufer bei einem Stator mit 24 und einem Rotor mit 28 Nuten.

Einen weiteren Beweis für die Sättigung der Zahnspitzen zeigt Abb. 5. Um eine Zahnspitze wurde eine Spule von 10 Windungen haarfeinen Drahtes gelegt und an eine Oszillographenschleife angeschlossen. Dem Motor wurden die Spannungen 80, 200, 300 und 380 V aufgedrückt bei Stillstand des Rotors; die aufgenommenen Ströme waren dabei 0,8; 2,7; 5,05 und 7,2 A. Die Spannung an der Hilfspule ist zunächst ziemlich sinusförmig, zeigt aber sehr bald starke höhere Harmonische, die bei 380 V eine erhebliche Größe annehmen. Aus Abb. 5 a wurde durch Integration der maximale Fluß ermittelt, der einer Induktion in der Zahnspitze von 7400 Linien entspricht. Die aus Abb. 5 d sich ergebende Induktion ist 21 500. Während also der Strom auf das 9fache steigt, erreicht die Induktion in der Zahnspitze nur den 2,9fachen Wert.

Stromes einschneidende Veränderungen erfahren muß, ist wohl einleuchtend. Das zu Abb. 10 gehörige Vektordiagramm ist in Abb. 12 dargestellt. Bis zum Punkt *A* liegen die Punkte auf einem Kreise, von *A* ab entfernen sie sich vom Kreise. Bei *B* macht das Diagramm plötzlich einen Sprung nach *C* (Sattel bei 214 U/min) und verläuft dann innerhalb dieses Sattels bis *D*. Die Drehzahl bleibt hierbei 214. Bei *D* fällt dann die Drehzahl plötzlich ab zum Punkt *E*. Für den Rotor mit 16 Nuten ergibt sich ein ähnliches Bild. Drehmoment und Vektordiagramm sind in den Abb. 11 und 13 dargestellt. Der Sattel befindet sich hier bei 375 U/min. Da die Drehmomentkurven, die zu den in

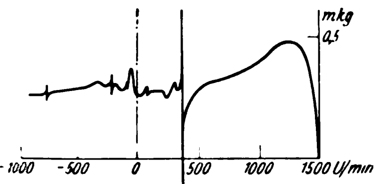


Abb. 11. Drehmomentkurve bei einem Stator mit 24 und einem Rotor mit 16 Nuten.

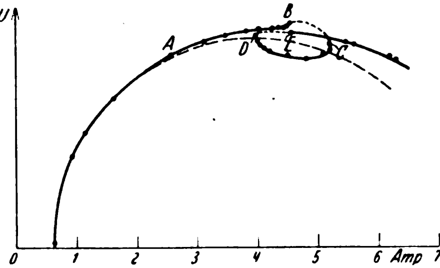


Abb. 12. Das der Abb. 10 entsprechende Stromvektordiagramm.

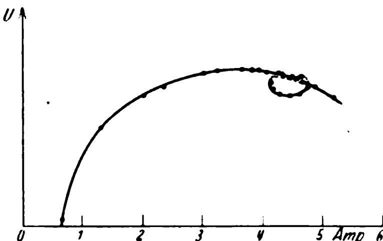


Abb. 13. Das der Abb. 11 entsprechende Stromvektordiagramm.

Wie im vorhergehenden Abschnitt erwähnt, sind die in Abb. 4 dargestellten gemessenen Diagramme nicht genau richtig, sondern sie erleiden alle noch einige Veränderungen. Während die im obigen Abschnitt erwähnten Einflüsse sich sowohl bei Schleifring- als auch bei Käfigankern bemerkbar machen, sind die im folgenden beschriebenen Erscheinungen nur für Käfiganker typisch.

Ist die Rotornutzahl erheblich größer als die Statornutzahl, so weist die Drehmomentkurve tiefe Sättel im positiven und negativen Drehzahlbereich auf, welche erst durch verschränkte Nuten verkleinert werden. In einer früheren Arbeit[4] habe ich diese Drehmomentkurven näher behandelt. Die Abb. 6 und 7 sind dieser Arbeit entnommen und zeigen die Drehmomentkurven für den Stator mit 24 Nuten des oben beschriebenen Motors und die Rotoren mit 44 und 48 Nuten. Die Einsattlung geht bei letzterer

Abb. 4 dargestellten Diagrammen gehören, alle mehr oder weniger starke synchrone Sattelbildungen aufweisen, so werden sie alle nach Art der Abb. 12 und 13 verändert.

Ähnliche Kurven ergeben sich bekanntlich bei mehrphasigen Induktionsmotoren mit einachsiger Läuferschaltung[6]. Da diese Motoren bei halber Drehzahl einen zweiten Synchronismus haben, bildet das Vektordiagramm eine Schleife, die die x-Achse 2mal schneidet. Schaltet man Widerstand in den Rotorkreis, so wird die Schleife immer kleiner, hebt sich über die x-Achse und nimmt eine ganz ähnliche Form an wie Abb. 12 und 13. Die von Arnold beschriebenen Schleifen entsprechen aber nicht „synchronen", sondern asynchronen Sattelbildungen.

Es scheint zunächst ein Widerspruch zu bestehen zwischen den Drehmoment- und den Stromvektordiagrammen,

[4] H. Möller, Arch. Elektrotechn. Bd. 10, S. 401 (1922).

[5] Wie Fußnote 4.

[6] Arnold, Die Wechselstromtechnik Bd. V, S. 189 u. 192. Verl. Julius Springer, Berlin.

u. zw. insofern, als in Abb. 10 und 11 der Sattel unter die x-Achse geht, also generatorische Wirkung hat, während die Schleife in Abb. 12 und 13 über der x-Achse bleibt. Diese Erscheinung ist jedoch darauf zurückzuführen, daß die Kupferverluste die zugeführte Leistung übersteigen.

Aus allen diesen angeführten Gründen geht hervor, daß man aus dem in der Praxis üblichen Kurzschlußversuch noch keinen Schluß ziehen kann auf die wirkliche Gestalt des Stromvektordiagramms. Beschränkt man sich auf die Werte unterhalb des Kippmomentes, so erhält man noch hinreichend genaue Ergebnisse. Oberhalb des Kippmomentes ergibt dieser Versuch jedoch falsche Werte. Die genaue Gestalt kann bei Schleifringankern entweder nach dem Verfahren von Unger oder durch punktweise Aufnahme der Kurve ermittelt werden, bei Käfigankern jedoch nur durch das letztere Verfahren.

Über Langwellen-Flugfunkverbindungen*.

(Mitteilung der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. V., Berlin-Adlershof, Abteilung für Elektrotechnik und Funkwesen.)

Von **Franz Eisner**, Berlin.

(*Schluß von S. 838.*)

4. Berechnung von Reichweiten.

Die Reichweite einer Flugfunkverbindung hängt außer von den bis jetzt behandelten elektrischen Abmessungen des Senders und des Empfängers noch in hohem Maße von den Eigenschaften der überbrückten Strecke und der Wellenlänge ab. Über die Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen sind seit den Anfängen der drahtlosen Telegraphie zahlreiche theoretische und experimentelle Untersuchungen angestellt worden[5]. Heute können wir den Einfluß des überbrückten Raumes einigermaßen übersehen. Bei den hier behandelten langen Wellen sei dabei die Betrachtung auf die Ausbreitung am Tage beschränkt; in diesem Fall ist die bei Nacht und bei den kürzeren Wellen auch am Tage stärker hervortretende Reflexion an der Heaviside-Schicht gering. Sie beeinflußt die Erscheinungen in der Richtung, daß die Reichweite vergrößert wird, aber gleichzeitig auch die unangenehmen Schwunderscheinungen auftreten.

Wenn sowohl Sender als auch Empfänger sich in der Luft befinden und die Erde soweit entfernt ist, daß ihr Einfluß auf den Ausbreitungsvorgang der Wellen vernachlässigt werden kann, so kann man in einfacher Weise die Empfangsfeldstärke berechnen. Bei langen Wellen ist diese Vernachlässigung des Einflusses der Erde im allgemeinen nicht erlaubt, auch wird man für den weitaus häufigsten Fall, daß eine der beiden Stationen sich am Boden befindet, versuchen, die Ergebnisse der Ausbreitungs-Untersuchungen, die bei Bodenstationen gewonnen wurden, für die Luftfahrt nutzbar zu machen. Anderseits können aber auch die Ergebnisse von Ausbreitungsmessungen, die mit Benutzung von Luftfahrzeugen gewonnen wurden, bei der Bemessung von drahtlosen Verbindungen zwischen Bodenstationen angewandt werden. Den Weg hierzu weist das Reziprozitätstheorem der drahtlosen Telegraphie[6]. Es besagt: „Eine Antenne A_1 sende im Punkt O_1 und werde im Punkte O_2 von der beliebig gerichteten Antenne A_2 empfangen. Anderseits sende A_2 mit derselben Frequenz wie vorher A_1 und werde von A_1 empfangen. Dann ist die empfangene Feldstärke in A_1 dieselbe wie vorher die in A_2 und unabhängig davon, wie das Zwischenmedium elektromagnetisch beschaffen ist (Wasser oder Land oder Wechsel von beiden, geschichtete oder irgendwie sonst inhomogene Atmosphäre, mehr oder weniger ionisiert usw., und wie die Antennen geformt sind). Nur ein magnetisches Feld ist auszuschließen." Daraus folgt: „Die Stärke, in der die Signale eines Flugzeuges bei variabler Lage desselben und beliebiger Beschaffenheit des Erdbodens von einer festen Station auf der Erdoberfläche aufgenommen werden, läßt sich beurteilen, wenn man das Feld im Luftraum kennt, das dieselbe Station als Sender erzeugt." Wir wissen, daß unter den oben gemachten Voraussetzungen in einiger Entfernung von einem Bodensender die elektrische Feldstärke mit der Höhe über dem Boden sich nur wenig ändert, wenigstens solange man in Höhen steigt, die in der Größenordnung einer Wellenlänge liegen. Für diesen Fall kann man dann die Flugzeugstation durch eine senkrecht unter ihr befindliche Bodenstation ersetzen, die am Empfangsort die gleiche Empfangsfeldstärke erzeugt.

Die Empfangsfeldstärke $\mathfrak{E}$ V/m in der Entfernung d km von einem auf dem Boden stehenden Sender, dessen Antenne die effektive Höhe h km mit dem im Strombauch gemessenen Strom I Amp. besitzt, kann man unter Berücksichtigung der dämpfenden Eigenschaften des Bodens nach der Gleichung berechnen:

$$\mathfrak{E} = \frac{0{,}12\,\pi\, I\, h}{\lambda\, d}\, y(\varrho)\,.$$

Dabei ist ϱ die sog. numerische Entfernung, eine Rechengröße, die von der Wellenlänge λ sowie von Leitfähigkeit σ_{cgs}, Dielektrizitätskonstante ε und Permeabilität μ des Bodens abhängt. Setzt man $\mu = 1$ und nimmt man an, daß der dielektrische Verschiebungstrom im Boden klein gegen den Leitungstrom ist, was bei langen Wellen zulässig ist, so kann man setzen

$$\varrho = \frac{\pi \cdot 10^{-15}}{6\,\sigma}\,\frac{d}{\lambda^2}\,.$$

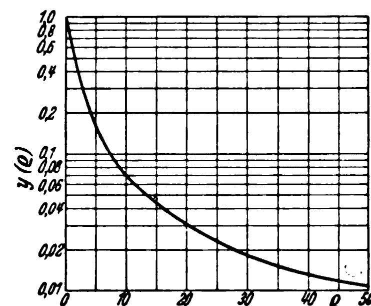


Abb. 16. $y(\varrho) =$ (ϱ).

$y(\varrho)$ kann man aus Abb. 16 entnehmen. Erst in letzter Zeit sind genauere Werte für die Bodenkonstanten bekannt geworden. Es sind für verschiedene Bodenarten Tafeln für die von einem gegebenen Sender erzeugte Empfangsfeldstärke sowie auch Ausbreitungs-Charakteristiken berechnet worden. Bei kürzeren Wellen muß der Einfluß der reflektierten Strahlung gesondert betrachtet werden.

Für die Projektierung von Flugfunkverbindungen erscheint vorerst noch ein mehr empirisches Verfahren einfacher. Man kann in einiger Entfernung vom Sender die elektrischen Wellen als eben ansehen und ähnlich wie bei

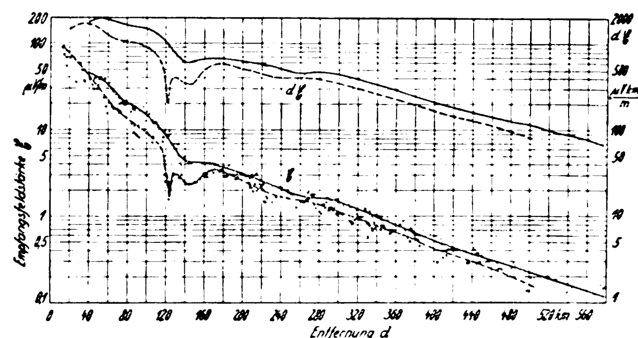


Abb. 17. Gemessene Empfangsfeldstärke $\mathfrak{E}$ und berechnete Werte von $d \cdot \mathfrak{E}$ für einen Flug Berlin—Hannover (○) und zurück (•). $\lambda = 950$ m.

leitungsgerichteten Vorgängen mit einer exponentiellen Dämpfung rechnen. Man erhält dann ein Dämpfungsglied der Form $e^{-a\,d}$. Da zwischen der Größe a, den Bodenkonstanten und der Wellenlänge ein Zusammenhang besteht, schreibt man auch das Dämpfungsglied in der Form $e^{-\frac{\alpha d}{\sqrt{\lambda}}}$. In erster Näherung kann man α als entfernungsunabhängig ansehen. Eine Abhängigkeit der Ausbreitungsdämpfung von der Flughöhe ist bei den län-

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 6. X. 1931. Eine Aussprache über den Vortrag fand nicht statt.

5 Wie Fußnote 1.

6 A. Sommerfeld, Z. Hochfrequenztechn. Bd. 26, S. 93 (1925).

geren Wellen bis jetzt noch nicht beobachtet worden, wohl aber bei kürzeren Wellen, bei denen das Flugzeug Höhen von mehreren Wellenlängen erreichen kann.

Die Ausbreitungsdämpfung α kann für Seewasser als eine Konstante, $\alpha = 0{,}0015$, angesehen werden. Durch Messungen mit Flugzeugstationen sind neuerdings die Werte von α für Wellenausbreitung über Land bestimmt worden. Die Meßpunkte eines solchen Ausbreitungsfluges von Berlin über Hannover nach Amsterdam und zurück zeigt Abb. 17. Die Ergebnisse der Auswertung einer Reihe solcher Flüge zeigt Abb. 18. Die Flüge wurden alle über derselben Strecke Berlin—Hannover ausgeführt und für die gleiche Entfernung von 30 ... 120 km, von Berlin ab gerechnet, ausgewertet. Auf anderen Strecken ergaben sich Abweichungen infolge anderer Bodenbeschaffenheit. Bemerkenswert ist, daß die α-Werte bei sehr langen Wellen den gleichen Betrag wie für Ausbreitung über See annehmen und daß α bei $\lambda \approx 500$ m ein Maximum besitzt. Ob man dieses durch den Einfluß der von der Heaviside-Schicht reflektierten Wellen erklären soll, durch den die Gesamtdämpfung bei den kleineren Wellen scheinbar verringert wird, oder ob hier die Voraussetzungen der Anwendbarkeit des Exponentialgesetzes für die Ausbreitungsdämpfung nicht erfüllt sind, muß erst durch weitere Untersuchungen geklärt werden. Die Zahlen der Abb. 18 sind für die untersuchte Strecke streng gültig, wir glauben aber, die angegebenen Werte für Projektierungen allgemein als Mittelwerte benutzen zu dürfen. Dies wird um so eher erlaubt sein, als man Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstante des Bodens der norddeutschen Tiefebene, für den die Werte gewonnen wurden, als durchschnittlich richtig für viele Bodenstationen ansehen kann.

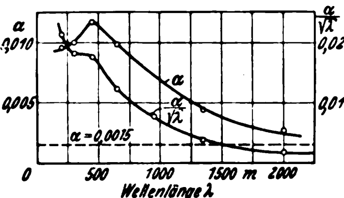


Abb. 18. α und $\alpha/\sqrt{\lambda} = f(\lambda)$.

die Empfangsfeldstärke 1 μV/m erzeugt (Abb. 19). Setzt man die Daten der jetzt im deutschen Flugfunkverkehr benutzten Flugzeugstationen ein, so kann man ihre Reichweiten errechnen. Diese sind aus den Kurven Abb. 20 und 21 zu entnehmen, wobei angenommen ist, daß am Empfänger am Boden eine Empfangsfeldstärke von 1 μV/m genügen würde. Nun können wir beim drahtlosen Empfang am Boden alle Nahestörungen weitgehend beseitigen. Die Empfangsfeldstärke muß dann ein gewisses Vielfaches der Stärke der restlichen atmosphärischen Störungen sein. Man kann annehmen, daß man noch einen sicheren Telegraphieempfang erhält, wenn die Empfangsfeldstärke gerade gleich der Stärke der atmosphärischen Störungen ist. In Abb. 22 ist für einen gegebenen Wert der Stromfläche Ih der Flugzeug-Sendeantenne die Empfangsfeldstärke aufgetragen worden oder auch die Stärke der atmosphärischen Störungen abhängig von der Entfernung. Die bei einem mittleren Störspiegel überbrückte Entfernung können wir als Reichweite bezeichnen. Aus Abb. 22, deren Zahlen für eine Wellenlänge von $\lambda = 900$ m gelten, entnehmen wir z. B. für einen Störspiegel von 1 μV/m am Empfangsort eine Reichweite des Kleingerätes von über 300 km. Bei größerem Störspiegel ist die Reichweite kleiner, bei kleinerem Störspiegel größer. Bei einer Wellenlänge von $\lambda = 900$ m ist 1 μV/m als mittlerer Störspiegel festgestellt worden, bei längeren Wellen liegt der Störspiegel höher, bei kürzeren Wellen niedriger.

Für die Verbindung Boden—Flugzeug muß man von der im Flugzeug notwendigen Empfangsfeldstärke ausgehen, die hauptsächlich durch die im Flugzeug vorhandenen elektrischen und akustischen Störungen bedingt ist. Aus Abb. 19 entnimmt man für eine gegebene Empfangsfeldstärke von 1 μV/m die überbrückte Entfernung in Abhängigkeit von der Strahlung des Bodensenders. In Abb. 22 sind diese Abhängigkeiten ebenfalls mit eingetragen worden. Kurve *II* gilt für eine Telegraphie-Verständlichkeit von nahe 100 %, wobei eine Empfangsfeldstärke von 5 μV/m als ausreichend angesehen wurde. Kurve *I* gilt für Telephonie mit einem ähnlichen Empfän-

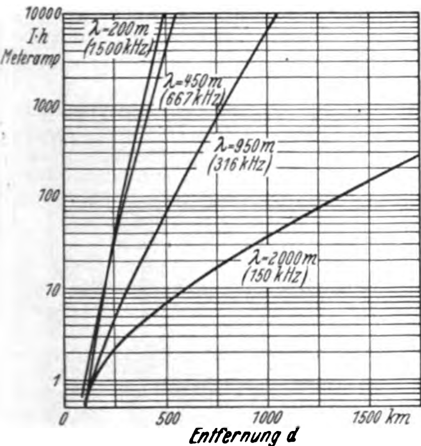


Abb. 19. $I \cdot h$ für $\mathfrak{E} = 1\,\mu$V/m bei verschiedenen Wellenlängen abhängig von der Entfernung über Land.

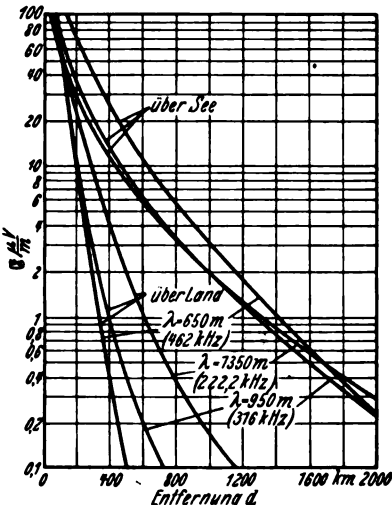


Abb. 20. Empfangsfeldstärke $\mathfrak{E}$ der Lorenz-Langwellen-Flugzeugstation.

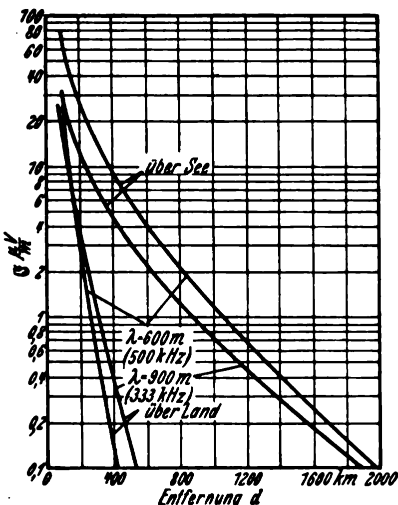


Abb. 21. Empfangsfeldstärke $\mathfrak{E}$ des Telefunken-Langwellen-Kleingerätes.

5. Bemessung von Flugfunkverbindungen.

Alle zur Bemessung von Flugfunkverbindungen notwendigen Größen sind nunmehr im einzelnen behandelt worden. Wir können die Feldstärke angeben, die ein Flugzeugsender in einer gegebenen Entfernung am Boden erzeugt, und wir wissen, welche Empfangstärke man für eine vorgegebene Verständlichkeit im Flugzeug benötigt. Aus der Gleichung

$$\mathfrak{E} = \frac{0{,}12\,\pi\,I\,h}{\lambda\,d}\,e^{-\frac{\alpha d}{\sqrt{\lambda}}}$$

kann man die Entfernung ausrechnen, in der ein Sender mit Ih Meterampere in der Antenne bzw. einer Strahlungsleistung von

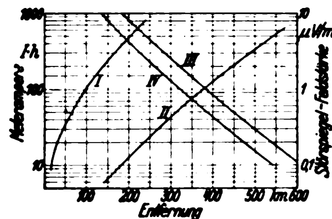
$$N = 1{,}58\left(\frac{h\,I}{\lambda}\right)^2 \text{ in kW}$$

ger. Hier ist eine Silbenverständlichkeit von 40 % angenommen und dafür eine Empfangsfeldstärke von 200 μV/m als notwendig angesehen worden.

Drahtlose Bodenverbindungen für Telegraphieverkehr bemißt man sonst für Feldstärken von 30 ... 40 μV/m, und in Funktelephonieanlagen, etwa im Rundfunk, werden für die Empfänger Feldstärken in der Größenordnung einiger mV/m und mehr zur Verfügung gestellt. Bei drahtlosem Verkehr mit Flugzeugen ist man aber gezwungen, die Geräte bis zum äußersten auszunutzen und mit kleineren Feldstärken auszukommen; tatsächlich entsprechen die mit den obengenannten Zahlen berechneten Reichweiten auch den im regelmäßigen Verkehr der Deutschen Luft-Hansa AG. mit Sicherheit erzielten.

In Deutschland verkehrt ein auf der Strecke befindliches Flugzeug im allgemeinen nur mit der Flughafenfunkstelle seines Funkverkehrsbezirkes. Aus der Eintei-

lung der Funkverkehrsbezirke, Abb. 23, erkennt man, daß eine Flugfunkverbindung in Deutschland keine größere Reichweite als etwa 150 km zu haben braucht, wenn von jedem Punkte aus eine drahtlose Verbindung mit einer Bodenstation möglich sein soll. Auf Grund dieser Zahlen und der oben angegebenen Reichweitenbetrachtungen sind in Zusammenarbeit mit den beteiligten Stellen von den Firmen Telefunken G. m. b. H. und C. Lorenz AG. die schon mehrfach erwähnten Flugzeug-Kleingeräte, die nur Telegraphieverkehr gestatten, konstruiert worden. Sie sind in Abb. 24 und 25 dargestellt[7]. Der Sender besitzt eine etwas



Empfang im Flugzeug:
I 𝔈 = 200 μV/m, Silbenverständlichkeit 40 %
II 𝔈 = 5,3 μV/m, Zeichenverständlichkeit 100 %

Senden im Flugzeug:
III 18,6 Meterampere *IV* 9,6 Meterampere

Abb. 22. Reichweiten von Flugfunkverbindungen.

größere Reichweite für Nachrichtenübertragung als die erforderlichen 150 km, da er auch die Aufgabe hat, für die drahtlose Peilung Zeichen auszusenden. Die Fremdpeilung benötigt Feldstärken in der Größenordnung von 10 μV/m für Zielpeilung und etwa das Doppelte für Standortpeilung. Aus Abb. 22 kann man ableiten, daß man einem Flugzeug mit Kleingerät aus einer Entfernung von 120 ... 150 km mittels Zielpeilung den Kurs zum Flughafen angeben kann. Standortpeilungen oder Kurspeilungen lassen sich noch in Entfernungen von 75 ... 100 km vornehmen.

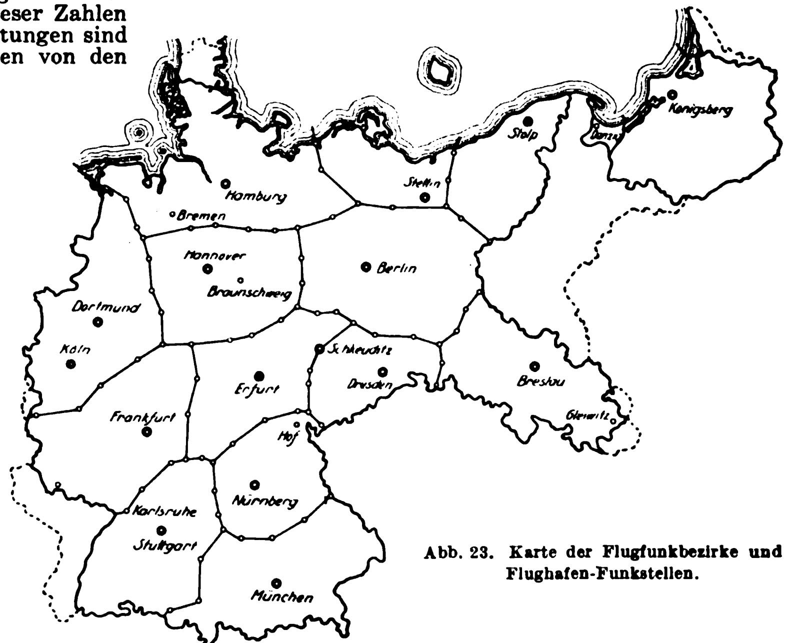


Abb. 23. Karte der Flugfunkbezirke und Flughafen-Funkstellen.

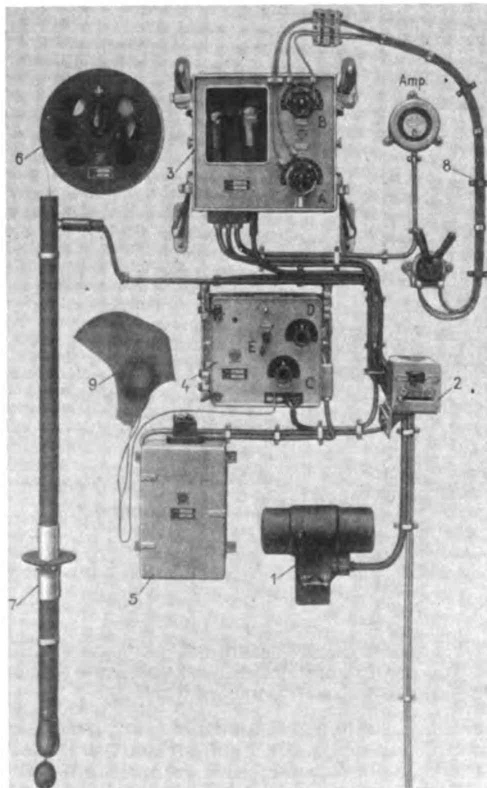


Abb. 24. Flugzeug-Langwellen-Kleingerät, Telefunken G. m. b. H.

[7] F. Eisner, Z. Flugtechn. Motorluftsch. Bd 23, S. 259 (1932).

6. Zusammenfassung.

Es sind die Strahlungsverhältnisse des Flugzeugsenders und der im Flugzeug notwendige Leistungsaufwand behandelt worden. Dann wurden die beim drahtlosen Empfang im Flugzeug auftretenden Erscheinungen geschildert. Für drahtloses Senden vom Flugzeug aus sind die

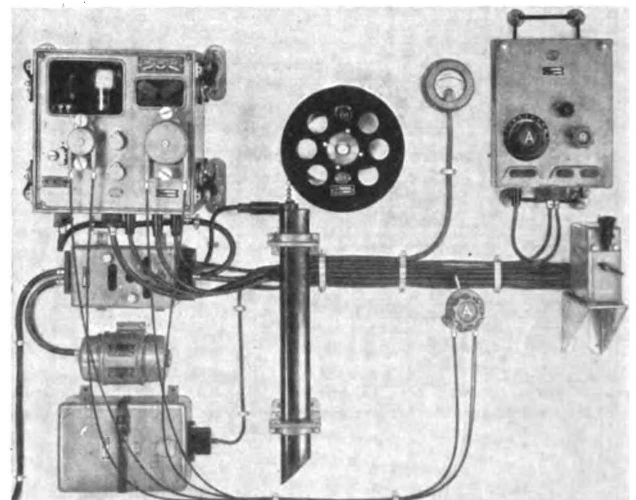


Abb. 25. Flugzeug-Langwellen-Kleingerät, C. Lorenz AG.

Werte der Stromfläche *Ih* des Senders und für den Empfang im Flugzeug die bei dem erheblichen Störspiegel zur sicheren Verständigung notwendigen Empfangsfeldstärken angegeben worden. Ferner wurde die Frage der Ausbreitungsdämpfung behandelt. Aus den mitgeteilten Zahlen wurden die Reichweiten von Flugfunkverbindungen abgeleitet. Dann wurde auf die neuen Flugfunkgeräte hingewiesen, die von der Industrie auf Grund der Forschungsergebnisse der DVL entwickelt worden sind.

Stromverrechnung und Stromlieferungsverträge im internationalen Stromaustausch.

Von Dr.-Ing. C. Th. Kromer, Berlin.

Übersicht. Die Formen des Austauschstromes werden kurz geschildert und es wird gezeigt, wie die Preise und Stromlieferungsverträge für Exportstrom aufgebaut sein können. Dabei sind gesetzliche Bestimmungen in den einzelnen Ländern von besonderem Einfluß. Die Aussichten für die zukünftige Entwicklung werden erörtert.

Dem heute noch am Anfang einer Entwicklung stehenden zwischenstaatlichen Stromaustausch sind durch gesetzgeberische und politische Maßnahmen gewisse Grenzen gesetzt. Es wird in erster Linie überschüssige Energie und zum Teil auch Ergänzungstrom aus- bzw. eingeführt. Der Überschußstrom tritt besonders in wasserkraftreichen Ländern als Exportstrom in den Vordergrund. Er kann im Bezugsland entweder in der Industrie, z. B. in elektrochemischen Unternehmungen verwendet oder aber in vorhandenen Speicherkraftwerken aufgespeichert und zu gegebener Zeit als veredelte Energie zurückgeliefert werden. Dabei sind entsprechend dem Wirkungsgrad der Speicherung mehr Überschuß-Kilowattstunden zu liefern, als veredelte Kilowattstunden abgenommen werden. Die abgegebene (veredelte) Arbeit hat also einen höheren Wert bezogen auf eine Kilowattstunde als der eingeführte Überschußstrom. — Es kann nun der Fall eintreten, daß die veredelte Energie zu einer anderen Jahreszeit zurückgeliefert wird als sie angeliefert wurde. Der Stromaustausch würde dann in der Weise geschehen, daß ein Land zur Zeit seiner günstigsten Wasserverhältnisse Strom ausführt, dagegen vom Nachbarland Strom einführt, wenn in diesem Wasserfülle besteht. So werden die Alpenwasserkräfte im Sommer viel Wasser zur Verfügung haben, im Winter dagegen weniger. Im Mittelgebirge dagegen wird im Winter meist genügend Wasser vorhanden sein, aber im Sommer wenig. Liegen solche Wasserkraftwerke in benachbarten Ländern, so wird ein Stromaustausch für beide Länder nützlich sein. Auch Strom aus Wärmekraftwerken kann in einigen Fällen aus- bzw. eingeführt werden. Es ergibt sich also, daß in den zuletzt genannten Fällen der Exportstrom mehr und mehr die Form des Ergänzungstromes annimmt.

Die genannten Formen des Austauschstromes sind stark energieabhängig, d. h. sie sind besonders eng mit der Art der Energievorkommen der beteiligten Länder verbunden. Dementsprechend sind auch die Stromlieferungsverträge und Preise für den Exportstrom in erheblichem Maße durch die Energieverhältnisse selbst bestimmt.

Überschußstrom wird in den wasserkraftreichen Ländern in erster Linie von Wasserkraftlaufwerken geliefert. Er steht aber nicht an allen Tagen des Jahres zur Verfügung, sondern nur an einer gewissen Anzahl. Auch die Tage, an denen der Strom geliefert werden kann, werden nicht immer aufeinander folgen, sondern ganz von den Wasserverhältnissen abhängen. Die Stromlieferungsverträge für solchen Exportstrom werden daher in vielen Fällen so aufgebaut, daß sie für die Lieferwerke keine bestimmte Lieferzeit vorschreiben, von den Verbrauchern dagegen eine Abnahmepflicht für die Zeit des Kraftanfalles verlangen. Abnehmer dieser Arbeit können z. B. elektrochemische Fabriken sein. Da auch Betriebe dieser Art, die mit Unterbrechung arbeiten, wenigstens einige Zeit zur Vorbereitung des Fabrikationsprozesses benötigen, besteht für die Lieferwerke die Verpflichtung, die Stromlieferung möglichst rechtzeitig, d. h. etwa 12 ... 24 Stunden vorher anzumelden.

Bei der Lieferung von Ergänzungstrom zwischen zwei Ländern können die Verhältnisse so liegen, daß das eine, etwa in der Gegend der Alpen gelegene Land zwar Wasserkraftstrom aber nicht genügend Speicherwerke zur Verfügung hat. Hier kann Mangel an ausreichender Kraft besonders während der Wintermonate eintreten. Ein Nachbarland dagegen mit Mittelgebirgscharakter kann im Sommer wenig oder kein Wasser für seine Wasserkraftwerke haben, im Winter dagegen eine gute Wasserführung besitzen. Außerdem kann dieses Land noch für die Energieerzeugung günstige Kohlenlager haben, so daß seine Wärmekraftwerke auch in der Lage sind, Strom auszuführen.

Die Preise für solchen Exportstrom (Ergänzungsstrom) werden nach oben durch die Kosten begrenzt, die dem betreffenden Land dann entstehen würden, wenn es selbst in irgendeiner Form seinen Ergänzungstrom sich schaffen müßte. In Verträgen für den Ergänzungstrom sind dann natürlich beide Länder an Liefer- und Abnahmepflicht für die vertragliche Energie gebunden.

Es gibt auch Fälle, wo Kraftwerke sich an dem Bau für ein besonders wirtschaftlich zu erstellendes Ergänzungswerk im Nachbarland beteiligen. Hier werden die Verträge so abgeschlossen, daß den Beteiligten die ihrem Anteil am Gesamtkapital des Ergänzungswerkes entsprechende Maschinenleistung während der gesamten Jahresbetriebstunden des gemeinsamen Kraftwerkes zur Verfügung steht.

Bei jeder Form des Austauschstromes ist zu berücksichtigen, daß zu den Strompreisen noch die Übertragungskosten hinzukommen, die je nach der Entfernung des Abnehmers vom Lieferanten verschieden hoch sind. Auch die Energieverluste auf diesen Übertragungsleitungen sind bei der Errechnung der Stromkosten zu beachten.

Von großem Einfluß auf die Gestaltung der Stromlieferungsverträge und der Stromverrechnung im internationalen Stromaustausch sind auch die gesetzlichen und politischen Verhältnisse der Austauschländer.

Die gesetzlichen Bestimmungen für die Stromausfuhr sind in den einzelnen Ländern oft recht streng. So besteht z. B. in der Schweiz die Vorschrift, daß nur solche Energie für die Ausfuhr freigegeben wird, die im Land selbst nicht abgesetzt werden kann. Manchmal wird die Bewilligung für die Ausfuhr elektrischer Energie davon abhängig gemacht, daß gewisse Industriezweige im Inland dadurch nicht geschädigt werden dürfen. Das wäre der Fall, wenn der Exportstrom etwa im Nachbarland einem Industrieunternehmen zu solch billigen Preisen geliefert würde, daß der entsprechenden Industrie im Stromausfuhrland dadurch eine gefährliche Konkurrenz entstünde.

Man sieht, daß schon heute, wo noch wenig Strom ausgetauscht wird, Bedingungen vorliegen können, welche die Preisbildung für Exportstrom erheblich beeinflussen. Oft werden auch jährliche Abgaben an den Fiskus des Strom ausführenden Landes verlangt, oder das stromeinführende Land erhebt einen Einfuhrzoll für jede eingeführte Kilowattstunde, wie z. B. Italien.

Die Stromlieferungsverträge für Exportstrom sind in der Dauer ihrer Laufzeit nach oben durch die Beschränkung der Dauer der Ausfuhrbewilligung begrenzt, sie wird in einzelnen Ländern für etwa 10 ... 20 Jahre und nur in besonderen Fällen für länger erteilt. Es besteht in solchen Ländern die Befürchtung, daß der eigene Stromverbrauch im Laufe der Zeit derart ansteigen könnte, daß Energiemangel eintritt und daß das Exportland dann selbst auf fremde Energie angewiesen wäre. Diese Einstellung dürfte wohl noch aus der Vergangenheit stammen, wo tatsächlich die Entwicklung des Stromverbrauches überall so groß war, daß man, um der Nachfrage zu genügen, Kraftwerk um Kraftwerk baute.

Für die zukünftige Entwicklung des zwischenstaatlichen Stromaustauschgeschäftes dürfte die beste Lösung in dem gemeinsamen Ausgleich zwischen den Energieanfall- und Energiebedarfsländern zu suchen sein. Diese Form besteht heute kaum oder doch nur in seltenen Fällen. Sie würde zur Folge haben, daß ohne Rücksicht auf politische Grenzen elektrischer Strom von Land zu Land fließen kann. Es wäre also genau das gleiche, was wir heute schon im Güteraustausch und Personenverkehr, im Post-, Telegraphen- und Telephonwesen überall kennen. Die Verrechnung der Kosten für den Exportstrom könnte etwa ähnlich den Verrechnungssystemen der genannten Wirtschaftszweige unter entsprechender Berücksichtigung der Eigenheiten beim Verkauf elektrischer Arbeit geschehen. Auch die Lieferungsverträge könnte man wohl in ähnlichem Sinne abschließen.

Über die endgültige Form einer zwischenstaatlichen Stromwirtschaft hat Dr. Oliven in seinem Vortrag auf der Zweiten Weltkraftkonferenz 1930 gesprochen und dabei einen Plan für ein europäisches Großkraftnetz entworfen[1].

Leider besteht in der Zeit des heutigen wirtschaftlichen Tiefstandes keine Aussicht, an die Ausführung

[1] ETZ 1930, S. 986.

dieser Aufgabe heranzugehen. Der Völkerbund und das internationale Arbeitsamt in Genf kennen den Plan einer europäischen Großkraftversorgung. Es wäre zu wünschen, wenn dort bald die mit dem internationalen Stromaustausch zusammenhängenden völkerrechtlichen und politischen Fragen bearbeitet würden. Auch die Elektrotechnik wird, soweit es in der heutigen Zeit möglich ist, noch weiter wertvolles Material für den Ausbau eines Europanetzes zusammentragen.

Förderung mit Zahnradlokomotiven im Braunkohlen-Tagebau.

Im Braunkohlen-Tagebau hat man neuerdings zur Förderung der gewonnenen Braunkohle elektrische Zahnradlokomotiven in Betrieb genommen[1], die den aus 5 bis 6 Großraum-Förderwagen von etwa 30 m³ Fassungsvermögen bestehenden Kohlenzug auf einer Zahnstangenstrecke mit einer Steigung von 1 : 15 von der Tagebausohle zur Ackersohle drücken. Der Betrieb wird auf dem Tagebau Wählitz der Werschen-Weißenfelser Braunkohlen AG. in der Weise geführt, daß zunächst der von den Baggern kommende Vollzug von der elektrischen Adhäsionslokomotive auf das untere Ende der Zahnstangenstrecke gezogen wird. Darauf setzt sich die in einem Stummelgleis stehende Zahnradlokomotive dahinter. Auf der Steilstrecke drückt nun die Zahnradlokomotive den Zug, während die an der Spitze des Zuges befindliche Adhäsionslokomotive zieht. Diese übernimmt hierbei etwa $^2/_5$ des gesamten Zuggewichtes. Ist der Zug am oberen Ende der Zahnstangenstrecke angelangt, so bleibt die Zahnradlokomotive stehen, während die Adhäsionslokomotive den Zug nach einem der Großraumbunker der Werke schafft. Nach Entleeren des Zuges wird dieser in der Weise talwärts gebracht, daß sich die Zahnradlokomotive vor den Zug setzt, während die Adhäsionslokomotive am oberen Ende bremst.

Die Zahnradlokomotiven können ihren Dienst nur auf der Zahnstangenstrecke versehen. Abb. 1 stellt eine Loko-

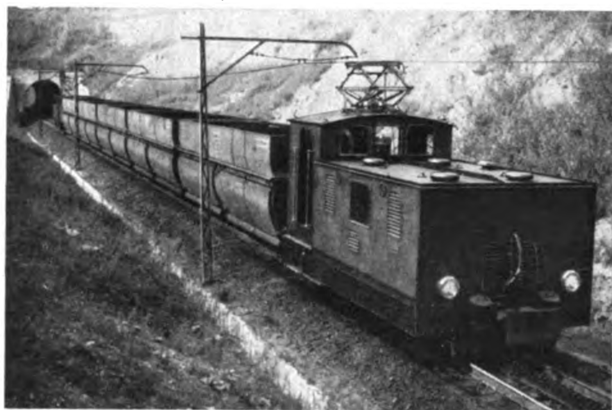


Abb. 1. Zahnradlokomotive im Braunkohlen-Tagebau.

motive der SSW dar. Ihr Antrieb erfolgt elektrisch mit zusammen 258 kW und 1200 V Spannung. Die beiden Motoren arbeiten auf zwei Triebzahnräder, die im Eingriff mit der Zahnstange stehen. Die Lokomotiven besitzen ein Eigengewicht von 25 t, auf der Steilstrecke entwickeln sie eine Zugkraft von 15 000 kg. Die Fahrgeschwindigkeit auf der Steilstrecke beträgt 7,2 km/h. Die Bremsausrüstung besteht aus einer elektrischen Widerstandsbremse beider Antriebsmotoren, aus einer auf die Triebzahnräder wirkenden Bandbremse für eine Betätigung mit Druckluft und von Hand, aus einer auf sämtliche Laufräder wirkenden Klotzbremse für Druckluft- und Handbetätigung und schließlich aus einer selbsttätig wirkenden Geschwindigkeitsbremse. Die Adhäsionslokomotiven sind mit 4 Gleichstrommotoren von 1200 V Spannung und zusammen 500 kW Stundenleistung ausgerüstet. Diese Lokomotivförderung hat sich bisher in allen ihren Teilen sehr gut bewährt. *Sgm.*

[1] Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1930, 2. Abh.-Heft, Versuche und Verbesserungen beim Bergbaubetriebe Preußens.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 317.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten werden dem System 88 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

Zusatz zu System 88, die Formen EFk 1 und EF 3 k 1, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den **Aronwerken Elektrizitäts-Aktiengesellschaft** in Berlin-Charlottenburg.

Berlin-Charlottenburg, den 16. VI. 1932.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

Beschreibung.

Zusatz zu System 88,

die Formen EFk 1 und EF 3 k 1, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den Aronwerken Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Berlin-Charlottenburg.

Die Zähler der Form EFk 1 sind eine abgeänderte Ausführungsform der durch die Bekanntmachung Nr. 222 vom 20. VIII. 1926 (ETZ 1926, S. 1394) zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom der Form EFk des Systems 88. Sie können als Zweileiterzähler in ein- und zweipoliger Schaltung für Nennstromstärken von 3 ... 20 A, für Nennspannungen bis 260 V und für Nennfrequenzen von 40 ... 60 Hz beglaubigt werden.

Die Zähler der Form EFk 1 unterscheiden sich von denen der Form EFk in folgenden Punkten:

1. Das Triebeisen ist mit seiner Ebene nicht mehr parallel, sondern senkrecht zur Grundplatte des Zählers angeordnet.
2. Die Amperewindungszahlen der Stromspulen wurden erniedrigt, die Drahtquerschnitte der Stromspulen etwas verstärkt.
3. Die Windungszahlen der Spannungspulen wurden etwas erhöht.
4. Der geschlitzte Polbügel steht frei zwischen den beiden Hauptstromzinken des Triebeisens, statt wie bei den Zählern der Form EFk sich mit den seitlichen hohen Kanten federnd gegen die Innenflächen derselben anzulegen.
5. Die Reguliervorrichtung für kleine Last besteht aus zwei Teilen, und zwar aus einer zur Grobregulierung dienenden Eisenlasche, die mit dem der Ankerachse zugewendeten Spannungspol drehbar vernietet ist, und aus einer zur Feinregulierung dienenden vor dem Schlußstück des Spannungseisens angeordneten Eisenlasche, die von dem Schlußstück magnetisch isoliert ist und mittels einer Kordelschraube gedreht werden kann.
6. Das Phasenregulierblech ist nicht mehr drehbar, sondern in einem Führungsschlitz verschieb- und feststellbar in dem Luftspalt des Triebeisens angeordnet.
7. Die Aluminiumkappe ist im Innern an den beiden seitlichen einander gegenüberliegenden Flächen mit zwei angenieteten Eisenblechen versehen, die als Abschirmbleche gegen die Beeinflussung des Zählers durch äußere magnetische Felder dienen sollen.

Die Zähler werden auch als Dreileiterzähler unter der Formbezeichnung EF 3 k 1 hergestellt und können in dieser Ausführung für die Nennstromstärken 5 und 10 A für Nennspannungen von 2 · 110 bis 120 V und für Nennfrequenzen von 40 ... 60 Hz beglaubigt werden.

Die untersuchten Zähler hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 5,3 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,2 ... 0,3 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 26 g, die Drehzahl der Zähler bei Nennlast zu etwa 44 ... 50 U/min festgestellt. Der Eigenverbrauch im Spannungskreis betrug etwa 0,57 W bei 120 V und bei 220 V Nennspannung, im Stromkreis etwa 0,90 W bei 10 A Nennstromstärke, und zwar bei der Frequenz 50 Hz.

[1] Reichsministerialblatt 1932, S. 354.

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Eine kleine Unsicherheit des Weston-Normalelementes. — Die unbedingte Genauigkeit des Normalelementes von Weston: Quecksilber/Merkurosulfat/gesättigte Kadmiumsulfatlösung/Kadmiumamalgam, wird dadurch ein wenig beeinträchtigt, daß das Merkurosulfat Hg_2SO_4 etwas hydrolytisch gespalten wird und ein basisches Salz neben freier Säure bildet; diese Veränderung erstreckt sich nur auf die Oberfläche seiner Teilchen, so daß man auch bei langem Schütteln kein Gleichgewicht dieser Umwandlung erreicht. Praktisch kann man die dadurch verschuldete Unsicherheit der EMK, welche sich erst in der 4. Dezimale geltend macht, beseitigen, indem man das Merkurosulfat auf einem Gooch-Tiegel mehrere Male mit 1,5molarer Schwefelsäure (d. h. 135 g/l H_2SO_4) wäscht, gut absaugt und danach die Säure mit Wasser herauswäscht, das lange genug mit Merkurosulfat und metallischem Quecksilber in Berührung gewesen ist. Dasselbe Wasser, mit Kadmiumsulfat gesättigt, wird als Elektrolyt des Elementes verwendet. So hergestellte Normalelemente zeigen dauernd gleiche EMK (bei 20° 1,0181 V). (W. C. Gardiner u. G. A. Hulett, Advance Copy 23, Am. Electrochem. Soc.) *K. A.*

Die Messung mechanischer Leistung mittels des elektrischen Stromerzeugers. — Unter obigem Titel bringt „Engineering" einen Aufsatz von B. P. Haigh, der die Benutzung elektrischer Leistungswaagen zur Messung des Kraftbedarfes von Gebläsen, Pumpen oder dgl. im Royal Naval College, Greenwich, beschreibt. Der Verfasser, dem anscheinend die in Deutschland auf diesem Gebiet erschienenen Arbeiten[1] nicht bekannt sind, ist der irrigen Ansicht, daß Spezialmaschinen für diesen Zweck im Handel nicht zu haben seien; er beschreibt deshalb die mehr oder weniger behelfsmäßigen Einrichtungen, durch die er normale Maschinen für die Leistungsmessung adaptiert hat. Unter diesen ist die in Abb. 1 dargestellte Anordnung nicht uninteressant: eine normale, mit Füßen versehene Maschine ist in bekannter Weise in Kugellagern aufgehängt, so daß sie konzentrisch mit ihrer Welle schwingen kann, u. zw. derart, daß die Füße nach oben stehen. An den Füßen wird eine Brücke mit zwei Lagerböcken angebracht, die eine Schraubenspindel tragen. Auf dieser läßt sich das mit Innengewinde versehene Gewicht *H* bewegen, das zur Aufhebung des von der Maschine bzw. auf die Maschine ausgeübten Drehmoments dient. Wenn das Gewicht so weit verdreht wird, bis die Schraubenspindel in die Horizontale einspielt, so läßt sich aus der Stellung des Gewichtes, die an einer Skala abgelesen werden kann das Drehmoment berechnen. Das kleine Gewicht *W* dient zur Korrektur der Nullstellung. Das Gegengewicht *L* stellt die Stabilität der Anordnung dar. (B. P. Haigh Engineering Bd. 131, S. 129.) *Schü.*

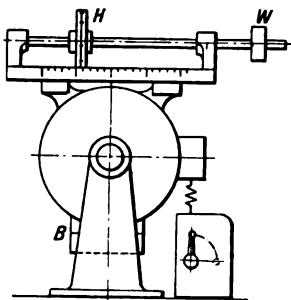


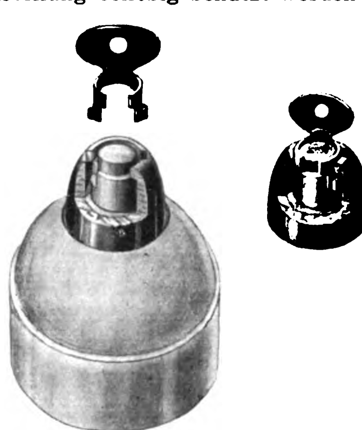
Abb. 1. Elektrische Leistungswaage.

Bahnen und Fahrzeuge.

Der Drahtbus in Frankreich. — In der verkehrsreichen Pariser Innenstadt werden die Straßenbahnen mehr und mehr durch Omnibusse mit Verbrennungsmotoren ersetzt. Der elektrische Drahtbus wird z. Z. in Frankreich wenig verwendet. Es bestehen dort nur die 25 km lange Linie Modane—Lanslebourg seit 1924, eine 15 km-Strecke Aubagne—Cuges in der Nähe von Marseille seit 1926 und seit 1927 einige Kurzstrecken von insgesamt 27 km in den Umgebungen von Chambéry und Moutiers (Savoyen). In Constantine (Algier) und demnächst in Casablanca (Marokko) laufen derartige Fahrzeuge ebenfalls. Rechnungen ergaben, daß bei täglich etwa 8 Fahrten in jeder Richtung bereits der Drahtbus wirtschaftlicher als der Kraftstoff-Omnibus wird. Im Gegensatz zu andern Ländern, wo bisher 2 Motoren je Fahrzeug verwendet werden, haben die französischen Wagen nur 1 Motor und Differentialgetriebe, da Kosten, Gewicht und Stromverbrauch des Einzelmotors geringer ausfallen sollen. Der Motor hat Verbundwicklung zwecks Stromrückgewinnung und liegt unter dem Wagengestell. Der Drahtbus erfordert besondere Sicherheitsmaßnahmen. Ein Überspannungsrelais muß bei Entgleisungen der Stromabnehmer dafür sorgen, daß der im Gefälle angetriebene Verbundmotor keine gefährlich-hohe Klemmenspannung erreicht. Von größerer allgemeiner Bedeutung ist aber die Gefahr eines Körperschlusses des Wagenkastens mit einem gegen Erde spannungführenden Teil der elektrischen Ausrüstung. Die Gummireifen isolieren praktisch den Wagenkasten, so daß der auf der Straße stehende Fahrgast, mit der Hand am Wagengriff, erheblicher Gefahr ausgesetzt ist. Fages führt eine bezügliche Schutzschaltung an: Der Wagenkasten wird derart mit dem geerdeten Minuspol der Fahrleitung verbunden, daß zwischen Kasten und Erdpol eine Sicherung geschaltet wird. Hat der Kasten Körperschluß, also Verbindung mit der Plusseite der Leitung, so fließt der Schleichstrom vom Pluspol über den Kasten und die Sicherungen beider Polaritäten. Die Sicherungen schmelzen dann ab. Vor der Rückfahrt des Wagens, d. h. beim Polwechsel der Stromabnehmer, muß der Wagenführer einen Polwechsler umlegen. Diese Umschaltung kann durch ein polarisiertes Relais erzwungen werden. Aus dem Bericht ist nicht ersichtlich, welcher Schutz gegen schwache Schleichströme geboten ist, die die Sicherungen nicht zu durchschmelzen vermögen. Bei der Wichtigkeit dieser Schutzmaßnahmen sei auf die Erdung hingewiesen, die bei der Anlage Mettmann—Gruiten im Rheinland angewendet wurde[1]. Die Erdung wird hier durch Elektrolytableiter besorgt, die sich anscheinend als zuverlässig erwiesen haben. Die Schaltgeräte sollten mittels Pedale, wie beim Kraftwagen, bewegt werden, damit der Führer beide Hände zum Steuern frei behält. Besondere Beachtung erfordert die doppelpolige Fahrleitung neben baulichen Rücksichten bezüglich Entgleisungen der Stromabnehmer auch beim Entwurf vermaschter Linienführung, bei der leicht unerwünschter Polwechsel an Weichen und Kreuzungen nachträgliche Änderungen des Gesamtentwurfes nötig macht. (Génie civ. Bd. 99, S. 558.) *Mal.*

Installation.

Steckschlüssel-Schalter. — Im Rahmen des bekannten Delta-Schalter-Steckdosen-Systems der SSW ist ein neuer Steckschlüssel-Schalter mit Blockierung geschaffen worden (Abb. 2). Die Neuerung besteht darin, daß der Steckschlüssel nur bei Ausschaltstellung des Schalters eingesteckt bzw. abgezogen werden kann, während bei den bisherigen Ausführungen der Steckschlüssel bei jeder Stellung beliebig benutzt werden konnte. Die Blockierung des Steckschlüssels ist dadurch gegeben, daß die Nasen des Steckschlüssels in entsprechenden Rillen des Aufsatzstückes am Schalter entsprechend geführt werden. Der Schlüssel wird dadurch immer nur dann freigegeben, wenn der Schalter in die Ausschaltstellung gebracht wird, so daß zwangläufig die Ausschaltung des Stromkreises erwirkt wird, wenn der Steckschlüssel abgezogen werden soll. Damit sind auch die Anwendungsmöglichkeiten gekennzeichnet. Besonders geeignet ist der neue Schalter für Böden und Keller in Mietshäusern und in vielen anderen Fällen, z. B. bei Kontrollgängen, beim Be-


Abb. 2. Steckschlüssel.

[1] Vgl. z. B. Schüler, Z. VDI 1926, S. 1137.

[1] ETZ 1930, S. 1595.

gehen abgelegener Räumlichkeiten usw., wenn mit Sicherheit erreicht werden soll, daß beim Verlassen der Räume die Stromkreise ausgeschaltet werden. *fi*

Bergbau und Hütte.

Vergleich der Verfahren zum elektrischen Anwärmen für Blechwalzen. — Der Walzen-Anwärmapparat nach der Widerstandsart, bei welchem die Walzen von elektrischen Leitern umgeben sind, und die darin erzeugte Wärme durch Strahlung oder Leitung auf die Walzen übertragen wird, hat verschiedene Vorteile gegenüber dem Induktionsanwärmer[1]. Die Anwärmzeit, um die Temperatur in der Mitte der Walze auf 300 °C zu bringen, beträgt bei ersterem 10 h, bei letzterem unter gleichen Bedingungen 12 h. Der Stromverbrauch für den Induktionsanwärmer beträgt für eine Walze von 760 mm Dmr. und 1066 mm Ballenlänge 60 kW, der Gesamtverbrauch während 12 h also 720 kWh. Bei der Widerstandsart ist der Stromverbrauch 55,4 kW, der Verbrauch während 10 h 554 kWh, eine Ersparnis also von 30 %. Während sich der Induktionsanwärmer nur für 100 ... 120 V Drehstrom eignet, kann der Widerstandsheizapparat für jede Spannung zwischen 110 und 500 V sowohl für Drehstrom als auch für Gleichstrom gebaut werden. Der einzige Nachteil der Widerstands-Heizapparate ist der, daß er nicht bei sich drehenden Walzen verwendet werden kann. (Freyn Design, a publication of occasional issue 1931, S. 15.) *Ill.*

Ausrüstung von Grubenpferden mit Leuchten. — Von den Beleuchtungsfragen im englischen Bergbau verdient u. a. der Vorschlag besondere Beachtung, auch die Grubenpferde mit Grubenleuchten auszurüsten[2]. Hierfür kommen in Betracht elektrische Reflektorleuchten, entweder ähnlich den gebräuchlichsten kleinen Beamtenleuchten mit herausnehmbarem Akkumulator, also Leuchten, bei denen Lichtquelle und Batterie in einem Gehäuse zusammengebaut sind, oder elektrische Kopflampen. Die Befestigung der Lichtquelle erfolgt mit einer besonderen Tragvorrichtung entweder auf der Stirn des Pferdes oder auf der Brust am Kumt. Bei Kopflampen kann der Akkumulator auf dem Rücken oder am Bauch des Pferdes befestigt werden. Nach den Versuchen, die auf einigen englischen Gruben vorgenommen worden sind, dürfte die Anordnung der Leuchte am Kumt zweckmäßiger sein, da die Leuchte hier fast vollständig vor Beschädigung geschützt ist und keine störende Schattenbildung hervorruft. Die Vorteile der Ausrüstung der Grubenpferde mit Leuchten sind folgende: größere Ruhe der Pferde, leichtere Leitung derselben, geringere Unfallzahl bei den Pferden sowie größere Sicherheit für die Pferdeführer. (K ö r f e r, Glückauf Bd. 68, S. 458.) *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

Bildtelegraphie. — Das europäische Bildtelegraphennetz und das Bildfunknetz für den Verkehr mit überseeischen Ländern sind in der letzten Zeit durch Eröffnung neuer Verkehrsbeziehungen erweitert worden. Am 1. VII. wurde der Bildverkehr zwischen Ö s t e r r e i c h und N o r w e g e n einerseits und den V. S. A m e r i k a anderseits über Berlin aufgenommen. 1 cm² Bildfläche kostet im Verkehr mit Österreich 1,97 Goldfr. (rd. 1,58 RM), mit Norwegen 2,044 Goldfr. (rd. 1,64 RM). Die für ein Bildtelegramm zu entrichtende Mindestgebühr wird in beiden Verkehrsbeziehungen nach einer Bildfläche von 150 cm² berechnet.

Am 1. VIII. ist der Bildtelegraphendienst zwischen D e u t s c h l a n d und den N i e d e r l a n d e n aufgenommen worden. 1 cm² Bildfläche kostet 0,11 RM bei einer Mindestgebühr von 11 RM für ein Bildtelegramm. Der Verkehr wird von den Bildstellen Berlin und Amsterdam wahrgenommen. Es können Bilder jeder Art, also auch getönte Bilder, übertragen werden. Bildtelegramme, die größer als 9 · 20 cm sind, müssen entsprechend zerlegt aufgeliefert werden.

Ebenfalls am 1. VIII. ist der Bildtelegraphendienst zwischen D e u t s c h l a n d und N i e d e r l ä n d i s c h - I n d i e n eröffnet worden. Zwischen Amsterdam und Bandoeng werden die Bildtelegramme funktelegraphisch befördert. Infolgedessen werden in diesem Verkehr keine getönten Bilder übertragen. Die Gebühr für 1 cm² Bildfläche beträgt 1,65 RM, die Mindestgebühr für ein Bildtelegramm stellt sich auf 165 RM. Die höchst zulässigen Abmessungen der Bilder sind die gleichen wie im deutsch-niederländischen Bildverkehr. Zugelassen sind die Dienstvermerke MP, TMx, Kx und Film. Bildtelegramme nach Ländern jenseits Niederländisch-Indiens werden von Bandoeng aus gebührenfrei als Eilbrief unmittelbar an die Empfänger weiterbefördert.

Die Eröffnung der Bildverkehrsverbindungen D e u t s c h l a n d — V a t i k a n s t a d t und D e u t s c h l a n d — S i a m ist für die nächste Zeit zu erwarten. *Gth.*

[1] Vgl. ETZ 1929, S. 825, 1273; 1930, S. 1111, 1589.
[2] Iron Coal Trad. Rev. 1931, S. 622.

Hochspannungstechnik.

Über Lichtenbergsche Figuren. G. Chr. L i c h t e n b e r g ging bei der Untersuchung der von ihm entdeckten Entladungsfiguren, welche er Staubfiguren nannte, derart vor, daß er ein Schwefel-Mennige-Pulver auf eine Isolierplatte streute[1]. Nach Anlegen der Spannung erhielt er die bekannten Entladungsfiguren. Y. T o r i y a m a[2] griff diesen Gedanken in etwas veränderter Form neu auf, indem er verschiedene Streupulver erst einige Sekunden nach dem Anlegen der Spannung an eine Spitzen-Platten-Anordnung auf die Platte aufbringt. Die von der Spannungsbeanspruchung her verbliebene Restladung auf der Isolatorplatte, welche aus 3 mm starkem Hartgummi bestand, ordnet die Teilchen des Streupulvers zu einer Oberflächenfigur. Als geeignete Pulver haben sich Harz-Mennige- und Schwefel-Mennige-Gemische erwiesen. Negative Spannungen erzeugen durch Haften der Mennige rote Figuren, positive gelblich-weiße. Die nicht durch dielektrische Haftkräfte festgehaltene Pulversorte kann man durch Anblasen leicht entfernen. Der Durchmesser der Figuren ist linear spannungsabhängig, positive Figuren sind etwa 2,9fach so groß wie negative. Abb. 3 zeigt eine negative, Abb. 4 eine positive Figur. Die Meßgenauigkeit des Verfahrens wird nahezu als der Kugelfunkenstrecke gleichwertig angegeben. Da man die Figuren ohne das bislang notwendige Entwickeln von Filmen bei Tageslicht erhalten kann, bietet diese neue Anwendung der Lichtenbergschen Entdeckung ein einfaches Meßverfahren für den Hochspannungstechniker. In Abb. 5 sind die Eichkurven für solche Figuren wiedergegeben; die hierbei verwendete Hartgummiplatte war 3 mm stark. Angaben über den Einfluß von Schichtdicke, Luftfeuchtigkeit, Wellensteilheit und Vorionisierung sind nicht vorhanden.



Abb. 3. Negative Oberflächenfiguren (48 kV).

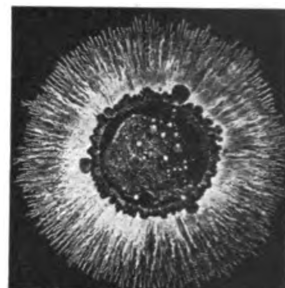


Abb. 4. Positive Oberflächenfiguren (27 kV).

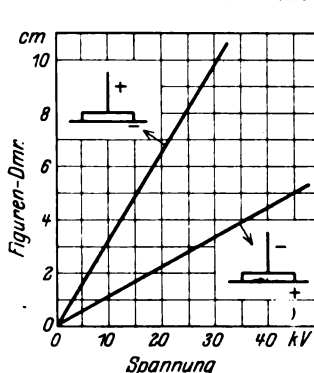


Abb. 5. Eichkurven.

Eine Reihe weiterer Arbeiten[3] beschäftigt sich mit der meßtechnischen Anwendung des Verfahrens. In bekannter Schaltung wurde die Spannungsverteilung an Spulen bei Wanderwellenbeanspruchung nachgemessen. Es ergab sich eine zusätzliche Bestätigung der Wagnerschen Spulentheorie. Ferner wurde in einer Binderschen Schleife die Meßfunkenstrecke durch eine Anordnung zur Erzeugung von Oberflächenfiguren ersetzt. Durch die Unterschiedlichkeit der Größe der positiven und negativen Figuren ist es möglich, sowohl Stirn als Rücken der Welle zu erfassen. Eine weitere Anwendung fand die Methode

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 1890.
[2] Y. T o r i y a m a, Studies on Discharge, Sapporo 1929. Memoirs of the Faculty of Engineering, Hokkaido Imperial University Bd. 2, Nr. 2.
[3] Y. T o r i y a m a u. U. S h i n o h a r a, Some Applications of the Surface Charge Figure, wie Fußnote 1.

zur Messung kleinster Zeiten. In einer durch P. O. Pedersen bekannten Umwegschaltung wurde die zeitliche Ausbildungscharakteristik der Figur ermittelt. Es ergab sich ein für ähnliche Fälle bereits festgestellter Charakter exponentieller Art. Eine Figur von 12 kV hat z. B. eine Ausbildungszeit von 0,31 νs. Durch diese Zeiteichung war es möglich, die Anordnung bei Parallelschaltung zu einer Funkenstrecke als Meßapparat der Verzögerungszeit zu verwenden. Die Verzögerungszeiten einer Kugelfunkenstrecke von 19,4 mm Kugel-Dmr. sind in Zahlentafel 1 wiedergegeben.

Zahlentafel 1. Verzögerungszeiten einer Funkenstrecke (Kugel-Dmr. 19,4 mm).

	Funkenlänge mm	Verzögerung νs
belichtet mit Quecksilberbogenlicht	0,5	1,3
	1,5	3,0
	4,0	10
	5,0	19
unbestrahlt	1	25
	2	53
	3	100

Die Methode scheint genauer zu sein als das von P. O. Pedersen verwendete Verfahren, da die Figuren als Staubfiguren wesentlich größer werden als bei Filmverwendung.

Das neue Meßverfahren scheint sehr geeignet, vielfache Anwendung in der Meßtechnik zu erfahren. Da man die Figuren ohne Entwickeln, also schnell erhält, ist die Methode für solche Versuche sehr geeignet, wo man eine große Anzahl von Meßpunkten in kurzer Zeit erhalten will. Neuerdings haben aus gleichen Erwägungen amerikanische Autoren[1] zu einer direkten Beobachtung der Gleitfiguren auf einem Fluoreszenzschirm gegriffen. Letztere Methode ist nur zur Polaritätsbestimmung geeignet, auch ermüdet das Auge des Beobachters bald. Aus diesem Grunde sowie auch aus der Tatsache der Beständigkeit der Oberflächenfiguren heraus verdient die Methode Toriyamas den Vorzug. (Y. Toriyama u. U. Shinohara, Memoirs Fac. of Engng., Hokkaido Bd. 2, Nr. 2.) *Hlz.*

Werkstatt und Baustoffe.

Ursachen der Veränderung von Isolieröl beim Kochprozeß des Transformators. — Es ist eine öfters beobachtete Tatsache, daß Isolieröl aus Transformatoren bereits gleich nach Fertigstellung des Apparates, noch vor dessen Inbetriebnahme, schlechtere Eigenschaften aufweist, als es im neuen Zustand besaß. E. Pechmann findet nun, daß die Veränderung des Öls außer in einer Verdunklung der Farbe vor allem in einer Erhöhung der Säure-, Verseifungs-, Teerzahl und Alterungsneigung besteht, daß sie bei der zwecks Trocknung häufig vorgenommenen gemeinsamen Erwärmung von Öl und Transformator, beim sog. Kochprozeß, vor sich geht, u. zw. in erheblicherem Ausmaß nur dann, wenn es sich um einen lackgetränkten Transformator handelt. Weder in Überhitzung beim Kochen noch in Oxydation durch Luftsauerstoff ist also die Hauptursache der Verschlechterung des Öls zu suchen, sondern in der Anwesenheit von Tränklack. Als Grund für diese Wirkung des Lacks wird angesehen, daß eine große Zahl von Lackfilmen, insbesondere auch solche von Öllacken, wie sie meist zur Tränkung verwendet werden, den angestellten Versuchen zufolge selbst im gut getrockneten Zustand noch saure und esterartige Bestandteile enthalten, die sich im Öl, besonders in erwärmtem, zu lösen vermögen.

Für den Fall, daß die Trocknung von Öl und Transformator etwa ohne gemeinsame Erwärmung durchgeführt würde, wird gefolgert, daß sich die Veränderungen des Öls durch den Lack zwar noch nicht gleich nach der Herstellung des Apparates, jedoch im Lauf des Betriebes bemerkbar machen werden. Dem Lack dürfte also nicht nur an der Verschlechterung des Öls beim Kochprozeß, sondern voraussichtlich in vielen Fällen auch an der Alterung desselben während des Betriebes ein nicht unbeträchtlicher Anteil zuzuschreiben sein. (E. Pechmann, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 1, S. 46.)

[1] F. O. McMillan u. E. C. Starr, The Influence of polarity on high voltage discharges. J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 859 (1930).

Allgemeiner Maschinenbau.

Siebmaschinen mit Elektromotorenantrieb. — Die Aufgabe der Siebmaschinen im Aufbereitungsprozeß des Formsandes in Gießereien besteht in der feinen Zerstäubung des aufgegebenen Produktes. Die Art des Siebens ist eine verschiedenartige, und es dienen hierzu verschiedene Konstruktionen, von denen hier einige der Badischen Maschinenfabrik, Durlach, beschrieben werden sollen. Die Auswahl der jeweilig am besten geeigneten Siebmaschine richtet sich nach der Antriebsmöglichkeit sowie auch danach, ob ein Absieben des Sandes in einem bestimmten Raume oder aber in der Gießerei an den Formplätzen direkt stattfinden soll. Abb. 6 zeigt eine Schüttelsiebausführung mit Antrieb durch Elektromotor. Die ganze Konstruktion ruht auf einem Fahrgestell. Bei diesen fahrbaren Siebmaschinen wird die Schüttelbewegung, die den Siebvorgang einleitet, durch einen Kurbelstangenantrieb hervorgerufen. Die Siebe selbst werden auf den seitlichen Fahrschienen hin und her bewegt. Die Antriebsteile der Siebmaschine sind in einem Blechgehäuse untergebracht, damit Verunreinigungen nach Möglichkeit vermieden werden. Die Entfernung des Blechgehäuses zum

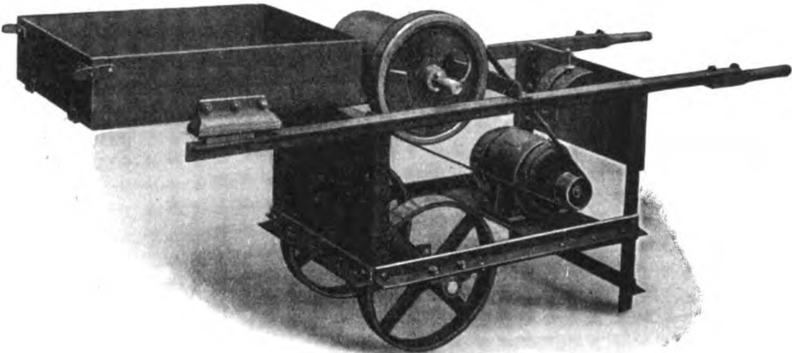


Abb. 6. Fahrbare Siebmaschine.

Reinigen der maschinellen Teile ist ohne Schwierigkeiten möglich. Es wird bei einem Kraftbedarf von 0,5 PS eine Leistung von 4 ... 5 m³/h Sand erzielt.

Eine Neuerung auf dem Gebiete der Sandaufbereitung und der Maschinen mit Einzelantrieb stellt die in Abb. 7

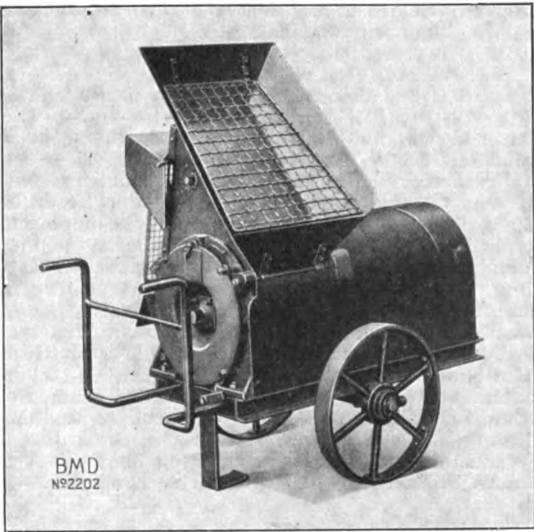


Abb. 7. Fahrbare Sandschleudermaschine.

dargestellte fahrbare Sandschleudermaschine mit Sieb dar. Der von Hand gemischte und angefeuchtete Modell- bzw. Füllsand wird in die Siebmaschine eingefüllt, dort von den Schlagleisten der schnell rotierenden Schleudertrommel erfaßt und gegen ein im Gehäuse der Maschine eingebautes Sieb geschleudert, wo die Zerstäu-

bung erfolgt. Der Transport des gebrauchten Sandes nach entfernt liegenden Sandaufbereitungsräumen und zurück nach den Formstellen kommt in Wegfall, wodurch wesentliche Ersparnisse an Zeit erzielt werden. Der Antriebsmotor der Maschine, welcher mit der Schleudertrommel direkt gekuppelt wird, ist durch eine Blechhaube gegen Sandeinfall geschützt. Auf dieser Schutzhaube ist der Anlasser bzw. Schalter nebst Steckdose angebracht.

Eine ebenfalls mit Elektromotor direkt gekuppelte Sandschleuder-Siebmaschine, verbunden mit einem Gummitransportband, stellt die Abb. 8 dar. Zur Verteilung des aufbereiteten Sandes in die Fertigsandsilos an den Formmaschinen wird dem Förderband hier durch eine übergebaute Sandschleuder-Siebmaschine der Sand aufgegeben. Der in der Aufbereitungsanlage gemischte und angefeuchtete Modell- bzw. Füllsand wird der genannten Siebmaschine gleichmäßig zugeführt, von den Schlagleisten der schnell rotierenden Schleudertrommel erfaßt und gegen ein im Gehäuse der Maschine schräg eingebautes Sieb geschleudert, wo er zerstäubt und auf das Förderband herunterfällt.

Nicht restlos zerkleinerte Sandknollen werden durch das Sieb zurückgehalten und durch einen Ablauf der Aufbereitungsanlage zur weiteren Verarbeitung wieder zugeführt bzw. nach außen geleitet. Wird in der Aufbereitungsanlage eine restlose Ausscheidung der Sandverunreinigungen vorgenommen, so treten an Stelle des Siebes eine Doppelreihe von Prallstäben, an denen sich der geschleuderte Sand zerstäubt. Der Antrieb der Sandschleudersiebmaschinen kann auch mittels Riemens geschehen. Die Maschinen werden bis zu einer Leistung von 50 m³/h in verschiedenen Größen ausgeführt und auch in bereits bestehende Anlagen eingebaut. *Hdgr.*

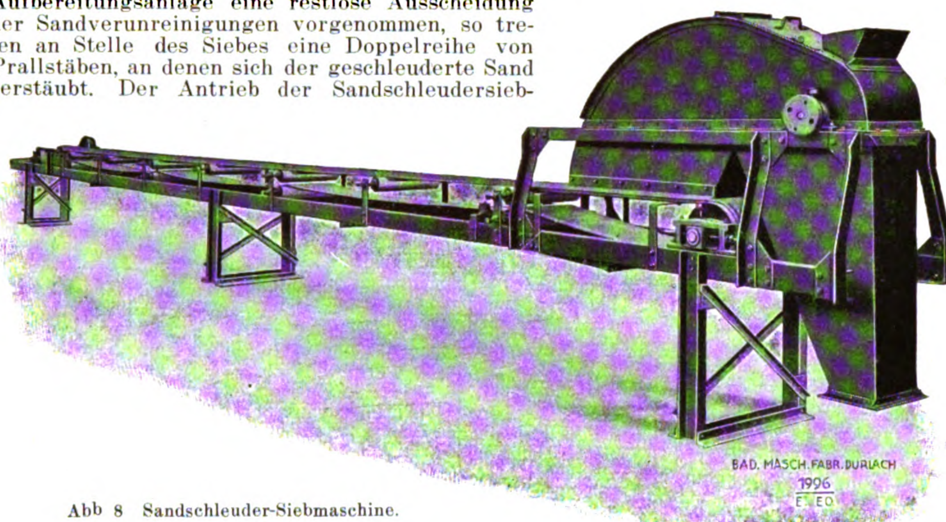


Abb 8 Sandschleuder-Siebmaschine.

Verschiedenes.

Jahresbericht 1931 des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit. RKW-Veröffentlichungen Nr. 85. — In dem dem Jahresbericht 1931 des RKW beigegebenen Geleitwort „RKW und Gemeinschaftsarbeit" wird der Leser besonders über die zunehmende Anerkennung der Gemeinschaftsarbeit als Arbeitsform auf allen Gebieten der technischen, kaufmännischen, volks- und weltwirtschaftlichen Rationalisierung unterrichtet. Der RKW-Bericht selber enthält Angaben über den Zweck und die Organisation, den Vorstand und Finanzausschuß, die Arbeitsweise, Mittelversorgung, die Zusammenstellung der für die Durchführung von Rationalisierungsarbeiten bewilligten Mittel sowie über die Arbeiten im Berichtsjahr 1931. Dem Bericht schließen sich die Arbeiten der Ausschüsse und Mittelbewilligungen des RKW im Berichtsjahr an. Ihm folgt ein Verzeichnis der Veröffentlichungen über die Arbeitsergebnisse im Berichtsjahr sowie ein Sachregister. —

Energiewirtschaft.

Die Compañia Hispano-Americana de Electricidad im Jahr 1931. — Die wichtigsten Merkmale des Geschäftsabschlusses der Chade, Madrid, sind eine geringe Erhöhung der Stromerzeugung, eine erhebliche Verminderung des Überschusses und ebenso des Reingewinns, ferner eine weitere Vergrößerung des Werts der Anlagen und Beteiligungen bei gleichzeitiger sehr starker Verringerung der greifbaren Mittel. Durch den fortgesetzten, aber auch jetzt noch nicht abgeschlossenen Ausbau des Großkraftwerks in Buenos Aires (Superusina Puerto Nuevo) hat sich im Lauf des vergangenen Jahres die installierte Leistung von 445 445 auf 490 622 kW erhöht, während die Stromerzeugung in geringerem Umfang von 829 auf 851 Mill kWh gesteigert wurde. Die Zahl der Abnehmer ist von 461 235 auf 486 665 gewachsen. Bei den einzelnen Abteilungen der Gesellschaft entwickelte sich die Stromabgabe folgendermaßen:

Werk oder Gesellschaft	Stromabgabe Mill kWh		Zahl der Abnehmer in 1000	
	1930	1931	1930	1931
Elektrizitätswerk Buenos Aires . .	648,08	664,69	310	322
Unterwerk Avellaneda	47,66	51,32	39	42
Compañia Argentina de Electricidad	46,60	55,34	67	74
Compañia de Electricidad de la Provincia de Buenos Aires	16,40	17,26	46	49

Es ist bemerkenswert, daß sich die Stromabgabe hinsichtlich der Verbrauchergruppen bei der Chade durchaus anders entwickelt hat als bei fast sämtlichen Elektrizitätsgesellschaften anderer Länder. Während der Kraftstromverbrauch von 227,3 auf 229,1 Mill kWh stieg, ging der Stromverbrauch für private Lichtzwecke von 191,8 auf 189,6 und der für öffentliche Beleuchtung von 31,7 auf 31,0 Mill kWh zurück, ebenso der Bahnstromverbrauch von 95,8 auf 92,9 Mill kWh. Eine starke Steigerung erfuhr die Stromabgabe an andere Elektrizitätsunternehmungen, die 1931 122,0 Mill kWh betrug, d. h. 20,3 % mehr als i. V.

Mit der Buenos Ayres Western Railway, Ltd., und der Buenos Ayres Great Southern Railway Co., Ltd., wurden Lieferungsverträge abgeschlossen, die im März 1932 in Kraft getreten sind; mit der Belieferung anderer neuer Großabnehmer ist bereits 1931 begonnen worden. Im Hinblick auf die Entwicklungsmöglichkeiten der Stadt La Plata (266 000 Einwohner) hat die Chade beschlossen, diese Stadt durch ein 50 km langes unterirdisches Kabel mit den Kraftwerken von Buenos Aires zu verbinden. Trotz der Erhöhung der Stromabgabe ist der Gesamtüberschuß des Unternehmens von 120,76 Mill Pes in 1929 und 119,91 Mill Pes in 1930 auf 85,08 Mill Pes in 1931 gefallen, teils infolge geringerer Dividendenausschüttungen von Gesellschaften, an denen die Chade beteiligt ist, teils infolge der Entwertung des argentinischen Pesos (die Gewinn- und Bilanzziffern werden wie früher in Goldpesos angegeben). Der Reingewinn war mit 41,83 Mill Pes erheblich niedriger als im Vorjahr (58,70 Mill Pes). Infolgedessen wurde die Dividende erstmalig seit einer Reihe von Jahren von 17 auf 12 % herabgesetzt. Infolge des Weiterbaus am Kraftwerk Puerto Nuevo sowie der Erweiterung des Leitungsnetzes hat sich der Wert der Anlagen in der Bilanz von 550,28 auf 580,41 Mill Pes erhöht, ferner ist der Wert der Beteiligungen und Vorschüsse von 249,56 auf 269,32 Mill Pes gestiegen. Dieser Vergrößerung der Anlagen und Beteiligungen um zusammen rd. 50 Mill Pes steht eine noch stärkere Verringerung der greifbaren Mittel von 118,23 auf 42,24 Mill Pes, also um rd. 76 Mill Pes gegenüber. Das Aktienkapital ist mit 260 Mill Pes unverändert geblieben.

In den ersten vier Monaten des laufenden Jahres hat das Großkraftwerk Buenos Aires 251 Mill kWh abgegeben gegen 241 in der gleichen Zeit des Vorjahres. Dies bedeutet eine Steigerung um 8,6 %, während die Zunahme in den ersten vier Monaten des Jahres 1931 nur 2,5 % betragen hatte. *A. Fr.*

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Bekanntmachung.

Mehrfachen Wünschen entsprechend wird — zunächst versuchsweise —

der Beginn der ordentlichen und außerordentlichen Sitzungen des Elektrotechnischen Vereins **auf 20 Uhr abends**

(statt wie bisher 19½ Uhr) festgesetzt werden.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4. Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachungen.

Elektroflurfördergeräte.

Durch die beim Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie bestehende Fachnormengruppe wurde in Zusammenarbeit mit der Fachnormengruppe Flurfördergeräte beim Deutschen Normenausschuß folgender Normblattentwurf aufgestellt:

DIN 4010, Flurfördergeräte, Vollgummireifen.

Der Entwurf wird mit Rücksicht auf Raummangel nicht veröffentlicht. Interessenten, die beabsichtigen, zu dem Blatt Stellung zu nehmen, können dieses von der Normenstelle des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie EV., Berlin W 10, Corneliusstraße 3, beziehen.

Äußerungen sowie Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. Oktober 1932 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Kommission für Freileitungen.

Bei der Geschäftstelle eingegangene Anfragen zeigten, daß die

„Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V. S. F./1930“

in einigen Punkten verschiedene Auslegungen zuließen. Die Kommission hat daher die V.S.F. nochmal überarbeitet und veröffentlicht nachstehend die vorgenommenen Änderungen und Ergänzungen.

Einsprüche sind in doppelter Ausfertigung bis zum 15. Oktober 1932 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Kommission für Freileitungen.

Entwurf 1.

**Änderungen
an den
„Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F./1930“.**

(Sonderdruck VDE 0442, 4. Ausgabe, Januar 1932).

Inhaltsübersicht.

III. Freileitungen für Nennspannungen von 1 kV und darüber.

IV. Freileitungen für Nennspannungen unter 1 kV.

I. Gültigkeit.

§ 2.

Geltungsbereich.

Dieser Paragraph erhält folgenden abgeänderten Wortlaut:

„a) Unter die folgenden Vorschriften fallen alle Starkstrom-Freileitungen mit blanken, isolierten oder umhüllten Leitungen einschließlich der Hausanschlußleitungen. Ausgenommen sind Fahr- und Schleifleitungen sowie Leitungen für Installationen im Freien, bei denen die Spannweiten 20 m nicht überschreiten.

b) Die Absätze in Kleindruck sind weder Vorschriften noch Regeln, sondern lediglich Erklärungen zu den Vorschriften, denen sie angefügt sind.

c) Für die Errichtung von Freileitungen gelten außerdem die sonstigen einschlägigen Bestimmungen des VDE und die jeweils gültigen DINormen.

Z. Z. kommen folgende DINormen in Frage:

DIN 1028	Gleichschenklige L-Eisen, Abmessungen und statische Werte,
DIN 1045	Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Eisenbeton,
DIN 1602	Werkstoffprüfung, Begriffe (Festigkeitsversuche),
DIN 4100	Vorschriften für geschweißte Stahlbauten,
DIN VDE 8001	Schäkelisolator mit Bügel,
DIN VDE 8002	Starkstrom-Freileitungen. Stützenisolatoren Reihe HD, Nennspannungen 0,5 ... 35 kV,
DIN VDE 8003	Starkstrom-Freileitungen. Stützenisolatoren Reihe HW, Nennspannungen 0,5 ... 35 kV,
DIN VDE 8004	Starkstrom-Freileitungen. Stützenisolatoren Reihe VHD verstärkt, Nennspannungen 0,5 bis 35 kV,
DIN VDE 8005	Starkstrom-Freileitungen. Stützenisolatoren Reihe VHW verstärkt, Nennspannungen 0,5 bis 35 kV,
DIN VDE 8007	Starkstrom-Freileitungen. Kappenisolatoren Reihe K,
DIN VDE 8009	Starktrom-Freileitungen. Vollkernisolatoren Reihe VK,
DIN VDE 8011	Stützenisolatoren Reihe N für Starkstrom-Freileitungen, Nennspannungen bis 0,5 kV,
DIN VDE 8020	Doppelglocken-Isolatoren RM und RMk für Fernmeldeleitungen,
DIN VDE 8040	Isolatorstützen gerade für Stützenisolatoren Reihe HD nach DIN VDE 8002,
DIN VDE 8041	Isolatorstützen gebogen für Stützenisolatoren Reihe HD nach DIN VDE 8002,
DIN VDE 8042	Isolatorstützen gerade für Stützenisolatoren Reihe HW nach DIN VDE 8003,
DIN VDE 8043	Isolatorstützen gebogen für Stützenisolatoren Reihe HW nach DIN VDE 8003,
DIN VDE 8044	Isolatorstützen gerade und gerade verstärkt für Stützenisolatoren der Reihen VHD und VHW nach DIN VDE 8004 und 8005,
DIN VDE 8045	Isolatorstützen gebogen für Stützenisolatoren der Reihen VHD und VHW nach DIN VDE 8004 und 8005,
DIN VDE 8050	Isolatorstützen gerade für Stützenisolatoren nach DIN VDE 8011,
DIN VDE 8051	Isolatorstützen gebogen für Stützenisolatoren nach DIN VDE 8011,
DIN VDE 8055	Gerade Isolatorstützen für Doppelglocken-Isolatoren nach DIN VDE 8018 und 8020,
DIN VDE 8056	Gebogene Isolatorstützen für Doppelglocken-Isolatoren nach DIN VDE 8018 und 8020.
DIN VDE 8060	Freileitungen. Klöppelbolzen, Klöppelpfannen. Anschlußmaße,
DIN VDE 8200	Drähte zu Starkstrom-Freileitungen nach DIN VDE 8201 und 8202,
DIN VDE 8201	Drähte und Seile für Starkstrom-Freileitungen,
DIN VDE 8202	Stahlaluminiumseile für Starkstrom-Freileitungen,
DIN VDE 8203	Stahldrähte zu Stahlaluminiumseilen nach DIN VDE 8202,
DIN VDE 8300	Drähte für Fernmelde-Freileitungen und Antennen.“

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Hier wird eine neue Begriffserklärung c) eingefügt mit folgendem Wortlaut:

„c) Nennspannung U_n ist die Spannung, für die die Freileitung bemessen, gebaut und benannt ist (siehe „Spannungsnormen für Starkstromanlagen über 100 V").

Die bisherigen Begriffserklärungen c) bis n) erhalten hiermit die Kennbuchstaben d) bis o).

Die jetzige Begriffserklärung d) [früher c)] erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„d) Prüffestigkeit der Drähte im Sinne dieser Vorschriften ist die auf den Anfangsquerschnitt bezogene Zugspannung, die eindrähtige Leitungen oder zu Seilen verwendete Drähte beim Zugversuch 1 min lang aushalten müssen, ehe sie zerreißen (siehe die einschlägigen DINormen)."

III. Freileitungen für Nennspannungen von 1 kV und darüber.

A. Leitungen.

§ 4.

Schutz gegen Berührung. Abstände von Gebäuden.

In der Vorschrift c) erhält der Unterabschnitt α) folgenden geänderten Wortlaut:

„α) Der senkrechte Abstand zwischen den nicht ausgeschwungenen Leitungen und darunter liegenden Gebäudeteilen (Dachfirst, Oberkante der Schornsteine u. dgl.) muß mindestens 3 m betragen und zwar bei Leitungen mit Kettenisolatoren bei größtem Durchhang auch dann, wenn die unterste Leitung in einem benachbarten Feld gerissen ist oder, wenn bei normaler Eisbelastung der Eisbehang in beiden Nachbarfeldern abgefallen, im Kreuzungsfeld dagegen noch vorhanden ist."

Die Vorschrift e) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„e) Bei Nennspannungen von mehr als 100 kV sind die unter b), c) und d) angegebenen Abstände um den Wert $\frac{U_n - 100}{150}$, in Metern gemessen, zu vergrößern. Hierin ist U_n die Nennspannung in Kilovolt."

§ 6.

Beschaffenheit der Leitungsdrähte und Leitungsseile. Mindestquerschnitte.

Die Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Soweit eindrähtige Leitungen oder Leitungsseile genormt sind, gelten die diesbezüglichen DI Normen."

Die Vorschrift b) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„b) Eindrähtige Leitungen und alle zu Seilen verwendeten Drähte müssen beim Zugversuch mit ausgeprägtem Fließkegel zerreißen. Drähte von Seilen sind nach dem Verseilen zu prüfen."

§ 7.

Zulässige Zugspannungen.

Die Vorschrift a) wird durch die zulässigen Höchstzugspannungen für Seile aus Bronze Bz I und Bz III erweitert, so daß diese Vorschrift folgenden geänderten Wortlaut erhält:

„a) In Gegenden, in denen im allgemeinen keine größere als die normale Zusatzlast [siehe § 8 b)] zu erwarten ist, sind folgende Höchstzugspannungen zulässig bei:

eindrähtigen Kupferleitungen	12 kg/mm²
Kupferseilen	19 „
Aluminiumseilen	8 „
Stahlaluminiumseilen, die den Bedingungen nach §§ 5 und 6 a) entsprechen, auf den Gesamtquerschnitt bezogen	11 „
Seilen aus Bronze Bz I	24 „
Seilen aus Bronze Bz II	30 „
Seilen aus Bronze Bz III	35 „
eindrähtigen Leitungen aus anderen Werkstoffen . . . . der Dauerzugfestigkeit,	35 %
Seilen aus anderen Werkstoffen . . . . der Dauerzugfestigkeit."	50 %

Die Vorschrift b) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„b) Bei normalen Spannweiten kann die Zugspannung im tiefsten Punkt gleich der Höchstzugspannung nach a) gesetzt werden.

Da die Sicherheit der Leitungen bei auftretenden Zusatzlasten mit wachsender Spannweite abnimmt, ist der Nachweis zu erbringen, daß bei Leitungsseilen die 2-fache normale Zusatzlast den Werkstoff an den Aufhängepunkten höchstens bis zur Dauerzugfestigkeit beansprucht."

Die Vorschrift c) und Tafel I erhalten folgenden Wortlaut:

„c) Die vorstehenden Anforderungen gelten für Leitungsseile im allgemeinen als erfüllt, ein besonderer Nachweis erübrigt sich also, wenn bei den unter a) festgelegten Höchstzugspannungen die in der nachstehenden Tafel I angegebenen Grenzspannweiten nicht überschritten werden.

Die Grenzspannweiten in Tafel I sind für gleich hohe Aufhängepunkte berechnet. Bei großen Höhenunterschieden der Aufhängepunkte und sehr großen Spannweiten ist nachzuprüfen, ob die Anforderungen nach b) erfüllt sind.

Die zulässigen Spannweiten für eindrähtige Leitungen sind in §§ 6 und 11 festgelegt.

Die nachstehenden Grenzspannweiten sind nach der Gleichung der Kettenlinie berechnet."

„Tafel I."

Nennquerschnitt[2] mm²	Grenzspannweiten									
	Kupfer	Bronze			Aluminium	Stahlaluminium	Stahl mit Prüffestigkeit in kg/mm²			
		Bz I	Bz II	Bz III			40	70	120	150
	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	100	190	270	450	—	—	340	580	1000	1200
16	160	300	400	690	—	—	500	860		
25	240	470	610	1050	60	—	730			
35	350	700	890		80	185	960			
50	540	1000			110	255				
70	800				140	335				
95					190	480				
120					230	635				
150					290	915				
185					360	—				

§ 8.

Durchhang.

Die Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Der Durchhang der Leitungen ist so zu bemessen, daß die nach § 7 zulässige Höchstzugspannung weder bei — 5° mit der der Berechnung zugrunde gelegten Zusatzlast noch bei — 20° ohne Zusatzlast überschritten wird."

Tafel II erhält folgende geänderte Fassung *(siehe S. 875)*:

§ 9.

Anordnung der Leitungen am Gestänge.

Dieser Paragraph erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Die Spannung führenden Leitungen müssen voneinander und von anderen Leitungen des gleichen Spannfeldes, z. B. von Erdseilen, einen solchen Abstand erhalten, daß ein Zusammenschlagen oder eine Annäherung bis zum Überschlag nicht zu befürchten ist. Diese Forderung gilt bei Leitungen gleichen Werkstoffes, gleichen Querschnittes und gleichen Durchhanges als erfüllt, wenn der Abstand in Metern

bei Leitungen aus Aluminium und seinen Legierungen mindestens

$$\sqrt{f} + \frac{U_n}{150},$$

bei Leitungen aus anderen Werkstoffen mindestens

$$0{,}75\sqrt{f} + \frac{U_n}{150}$$

beträgt. Hierbei ist f der Durchhang der Leitungen bei + 40° in Metern und U_n die Nennspannung in Kilovolt.

[2] Für Stahlaluminiumseile geben die Zahlen die entsprechenden Seilnummern an.

„Tafel II."

Werkstoff	Eigengewicht je kg/cm³	Wärmedehnungszahl ε_t für 1°	Elastische Dehnungszahl α in cm²/kg	Dauerzugfestigkeit in kg/mm²	Prüffestigkeit in kg/mm²
1	2	3	4	5	6
Kupfer	$8{,}9 \cdot 10^{-3}$	$1{,}7 \cdot 10^{-5}$	$\frac{1}{1{,}3 \cdot 10^6}$	30	40
Bronze Bz I nach DIN VDE 8300	$8{,}9 \cdot 10^{-3}$	$1{,}7 \cdot 10^{-5}$	$\frac{1}{1{,}3 \cdot 10^6}$	40	50
Bronze Bz II nach DIN VDE 8300	$8{,}65 \cdot 10^{-3}$	$1{,}66 \cdot 10^{-5}$	$\frac{1}{1{,}3 \cdot 10^6}$	50	60
Bronze Bz III nach DIN VDE 8300	$8{,}65 \cdot 10^{-3}$	$1{,}66 \cdot 10^{-5}$	$\frac{1}{1{,}3 \cdot 10^6}$	62	70
Aluminium	$2{,}7 \cdot 10^{-3}$	$2{,}3 \cdot 10^{-5}$	$\frac{1}{0{,}56 \cdot 10^6}$	12	18
Stahl mit 40 kg/mm², verzinkt	$7{,}8 \cdot 10^{-3}$	$1{,}23 \cdot 10^{-5}$	$\frac{1}{1{,}92 \cdot 10^6}$	32	40
Stahl mit 70 kg/mm², verzinkt	$7{,}8 \cdot 10^{-3}$	$1{,}1 \cdot 10^{-5}$	$\frac{1}{1{,}96 \cdot 10^6}$	56	70
Stahl mit 120 kg/mm², verzinkt	$7{,}8 \cdot 10^{-3}$	$1{,}1 \cdot 10^{-5}$	$\frac{1}{2{,}0 \cdot 10^6}$	90	120
Stahl mit 150 kg/mm², verzinkt	$7{,}8 \cdot 10^{-3}$	$1{,}1 \cdot 10^{-5}$	$\frac{1}{2{,}0 \cdot 10^6}$	110	150
Stahlaluminium [nach § 6 a)]	$3{,}45 \cdot 10^{-3}$	$1{,}918 \cdot 10^{-5}$	$\frac{1}{0{,}745 \cdot 10^6}$	16[3]	—

Bei Spannungen von 3 kV aufwärts darf bei Aluminium und seinen Legierungen der Abstand nicht kleiner als 1 m, bei anderen Werkstoffen nicht kleiner als 0,8 m sein. Bei Nennspannungen unter 30 kV und Spannweiten unter 35 m sind in Feldern zwischen Transformatorenstationen und dem nächsten Mast folgende Mindestabstände der Leitungen voneinander zulässig:

bei Aluminium und seinen Legierungen . . . 0,6 m,
bei anderen Werkstoffen . . . . 0,5 „.

Leitungen, die keine Spannung gegeneinander haben, dürfen einen geringeren gegenseitigen Abstand erhalten. Bei Leitungen verschiedenen Querschnittes oder verschiedenen Werkstoffes oder ungleicher Durchhänge ist unter Voraussetzung gleichsinniger Ablenkung der Leitungen bei verschiedenen Windstärken festzustellen, ob die nach dem Vorstehenden angenommenen Abstände noch ausreichen; erforderlichenfalls sind sie soweit zu vergrößern, daß im Falle der größten Annäherung der Leitungen ein Abstand von $\frac{U_n}{150}$, mindestens aber ein solcher von 0,2 m gewahrt bleibt.

b) In durch Eislast besonders gefährdeten Gegenden muß in erhöhtem Maße der Gefahr des Zusammenschlagens übereinander liegender Leitungen Rechnung getragen werden.

Die Erfahrungen an Leitungen und die meteorologischen Beobachtungen lehren, daß es in Deutschland sowohl durch Eislast besonders gefährdete Gegenden als auch kleinere, örtlich eng begrenzte Rauhreifgebiete gibt, die durch größere Wasserflächen, Flußniederungen, Moore u. dgl. gekennzeichnet sind. Besonders gefährdet sind Hänge, die nach solchen feuchten Gebieten zu abfallen, zumal wenn die vorwiegende Windrichtung von dort kommt [Näheres siehe Merkblatt der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen (Elektr.-Wirtsch. 1927, S. 91)].

Die Gefahren bestehen darin, daß einzelne Leitungen im Augenblick des Abfallens der Eislast hochschnellen und darüber liegende Leitungen berühren oder sich ihnen bis zum Überschlag nähern. Auch kann bei teilweisem Abfallen der Eislast der Belastungszustand in benachbarten Feldern verschieden sein, so daß sich die Ketten in der Leitungsrichtung schiefstellen und dadurch die gegenseitigen Leitungsabstände an einzelnen Stellen stark verringern.

Solchen Gefahren läßt sich begegnen, wenn entweder alle Leitungen in gleicher Höhe nebeneinander mit einem gegenseitigen Abstand nach a) verlegt werden oder, wenn bei verschiedener Höhenlage der Leitungen eine waagerechte Versetzung von $\frac{U_n}{150}$, mindestens aber von 0,2 m vorgesehen wird.

Weitere Maßnahmen sind Verkürzung der Spannweiten und Abspannabschnitte.

c) Die Spannung führenden Leitungen müssen von geerdeten Bauteilen einen Mindestabstand in Metern haben, der bei Nennspannungen unter 15 kV 0,2, bei Nennspannungen von 15 kV aufwärts $0{,}1 + \frac{U_n}{150}$ beträgt.

Bei Hängeketten muß der Mindestabstand der Leitungen in Metern von geerdeten Bauteilen betragen:

bei ruhender Kette $0{,}1 + \frac{U_n}{150}$,

bei einer Ablenkung der Kette durch Wind $\frac{U_n}{150}$.

Hierbei ist ein Winddruck von 125 kg/m² auf Kette und Leitung anzunehmen."

§ 10.

Leitungsverbindungen.

Die Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Unter Leitungszug stehende Verbinder müssen mindestens 90 % der Nennlast der Leitung aushalten. Verbindungen mit geringerer Festigkeit sowie Lötverbindungen dürfen nur dann verwendet werden, wenn die Verbindung nicht auf Zug beansprucht ist."

§ 11.

Fernmeldeleitungen am Gestänge von Starkstromleitungen.

Der dritte Absatz der Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Fernmeldeleitungen dürfen am gleichen Gestänge nicht oberhalb der Starkstromleitungen verlegt werden. Dieses gilt nicht für selbsttragende Luftkabel."

Außerdem wird die Vorschrift a) durch einen vierten Absatz folgenden Wortlautes erweitert:

„Im übrigen gelten für Fernmeldeleitungen, die mit Starkstromleitungen am gleichen Gestänge geführt sind, §§ 5 bis 9."

Die Vorschrift b) lautet künftig, wie folgt:

„b) Bei Spannweiten bis 120 m wird Bronze-, Doppelmetall- und Stahl**draht**, dessen Nennlast mindestens 380 kg beträgt, mit einem geringeren Querschnitt als 10 mm² zugelassen."

[3] Als Dauerzugfestigkeit von Stahlaluminiumseilen ist die Belastung anzunehmen, bei der die Aluminiumdecklage bei einer Temperatur von −5° bis zu ihrer Dauerzugfestigkeit beansprucht wird.

B. Isolatoren und Zubehör.

§ 12.

Isolatoren.

Die Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Für die Prüfung der Isolatoren gelten die „Leitsätze für die Prüfung von Isolatoren aus keramischen Werkstoffen für Spannungen von 1000 V an". Soweit die Isolatoren genormt sind, gelten die einschlägigen DINormen. Noch nicht genormte Isolatoren müssen in elektrischer und — bei Abspannpunkten — auch in mechanischer Hinsicht die gleiche Sicherheit wie die genormten Isolatoren bieten."

Die Vorschrift c) erhält folgenden gänderten Wortlaut:

„c) Stützenisolatoren, die zur Abspannung benutzt werden, müssen eine Bruchlast haben, die mindestens gleich dem 2,5-fachen Betrag des Höchstzuges der Leitung ist, jedoch nicht mehr als 90 % der Nennlast der Leitung zu sein braucht [vgl. § 9 der unter a) genannten Leitsätze].

Kettenisolatoren in Abspannlage sind so zu bemessen, daß bei Verwendung genormter Isolatoren der nach den jeweiligen DINormen vorgeschriebene, bei Verwendung nicht genormter Isolatoren der gewährleistete 1 h-Prüflastwert mindestens 2,5-mal so hoch wie der Höchstzug der Leitung ist; jedoch braucht der 1 h-Prüflastwert nicht mehr als 90 % der Nennlast der Leitung zu sein.

Bei Doppelketten kann auch für die 1 h-Prüflast der doppelte Wert einer Einfachkette eingesetzt werden".

Die Vorschrift d) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„d) Im einzelnen gelten folgende Bestimmungen:

1. Mechanische Stückprüfung von Kettenisolatoren.

Zur Ausscheidung fehlerhafter Stücke sind die fertigbewehrten Kappen- und Vollkernisolatoren 1 min lang mit den in den einschlägigen DINormen angegebenen Prüflasten zu prüfen.

2. Stichprobenprüfung.

α) Mechanische Prüfung von Stützenisolatoren. Stützenisolatoren, die für Abspannzwecke verwendet werden, müssen stichprobenweise gemäß § 9a) der unter a) genannten Leitsätze mit entsprechend starken, eingekitteten oder eingebleiten Versuchsstützen geprüft werden. Hierbei müssen genormte Isolatoren, die in den einschlägigen DINormen aufgeführten, nicht genormte Isolatoren die entsprechenden Mindestbruchlasten haben.

β) Mechanische Prüfung von Kettenisolatoren. Kettenisolatoren müssen stichprobenweise gemäß § 9 b) der unter a) genannten Leitsätze geprüft werden. Die Isolatoren müssen hierbei die in den einschlägigen DINormen aufgeführten Mindestbruchlasten haben.

γ) Mechanische Dauerprüfung von Kettenisolatoren. Kappenisolatoren müssen stichprobenweise gemäß § 10 der unter a) genannten Leitsätze, unter gleichzeitiger Anlegung elektrischer Spannung, 1 h lang mechanisch geprüft werden und hierbei den in den einschlägigen DINormen aufgeführten 1 h-Prüflastwerten genügen, ohne durchzuschlagen.

Vollkernisolatoren müssen gemäß § 11 der unter a) genannten Leitsätze einer mechanischen Dauerprüfung 1 h lang unterworfen werden und hierbei die in den einschlägigen DINormen aufgeführten 1 h-Prüflastwerte ohne schädliche Formveränderung aushalten. Elektrische Spannung braucht nicht angelegt zu werden.

δ) Durchschlagprüfung. Isolatoren, die der Durchschlagprüfung gemäß § 7 der unter a) genannten Leitsätze unterworfen werden, müssen folgende mittlere Durchschlagspannung aushalten:

Stützenisolatoren den 1,4-fachen Wert der Trockenüberschlagspannung,

Kappenisolatoren bis 170 mm Tellerdurchmesser 90 kV,
„ „ 280 „ „ 130 „ ,
„ „ 350 „ „ 145 „."

§ 13.

Isolatorstützen und Aufhängeteile.

Die Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Für Isolatorstützen und Aufhängeteile gelten die gleichen Grundsätze wie für Stahlmaste und außerdem die einschlägigen DINormen."

Außerdem wird die Vorschrift a) durch nachstehende Erklärung ergänzt:

„In den einschlägigen DINormen ist die Stützenlänge so bestimmt, daß der in § 9c) geforderte Abstand $0{,}1 + \frac{U_n}{150}$, in Metern, der Spannung führenden Leitungen von darunter liegenden geerdeten Bauteilen vorhanden ist, wenn die Isolatoren für eine Mindest-Regenüberschlagspannung von 1,1 $(2{,}2\,U_n + 20)$ kV bemessen sind.

Werden die Stützenisolatoren aber für die höhere Nennspannung U_n' entsprechend einer Mindest-Regenüberschlagspannung von 1,1 $(2\,U_n' + 10)$ kV zugelassen, so können Stützen der gleichen Größe wie für die niedrigere Nennspannung U_n verwendet werden. Der Abstand der Spannung führenden Leitungen von darunter liegenden geerdeten Bauteilen braucht dann nur $0{,}1 + \frac{U_n'}{190}$, in Metern, zu sein; er muß aber mindestens 0,2 m betragen."

Der zweite Absatz der Vorschrift b) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Für Klöppelbolzen und Klöppelpfannen gilt die einschlägige DINorm."

§ 14.

Bunde.

Die Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Bindedraht und etwaige Beilagen müssen aus einem Werkstoff bestehen, der keinen Korrosionen unterworfen ist und der in Verbindung mit der Leitung keine elektrolytische Zerstörung einleitet. Die Leitungen sind an den Bunden gegen Scheuern und Einschneiden zu schützen."

C. Gestänge.

1. Allgemeines.

§ 17.

Belastungsannahmen.

Die Vorschrift c), dritter Absatz wird durch folgende Erklärung erweitert:

„Tragmaste, bei denen durch besondere Maßnahmen die Verdrehungsbelastung bei Seilbruch vermindert wird, sind für ein Drehmoment mit dem halben bzw. vollen nachgewiesenen, verminderten Höchstzug einer Leitung zu berechnen. Hierbei darf nur die Verminderung berücksichtigt werden, die durch die besonderen, die Verdrehung verhütenden Maßnahmen selbst erreicht wird, also z. B. nicht eine Verminderung durch das Ausschwingen der Isolatorenketten."

Die unter d) bei α) in Spalte 2 von Tafel III für Ziffer 2. „Winkelmaste" enthaltenen Angaben werden, wie folgt, erweitert:

„α) Die Mittelkräfte der Leitungszüge und gleichzeitig der Winddruck auf Mast- und Kopfausrüstung für Wind in Richtung der Gesamtmittelkraft, mindestens aber die Kräfte nach 1 α)."

Unter d) erhalten Spalten 2 und 3 von Tafel III für Ziffer 7 folgenden geänderten Wortlaut:

1	2	3
„7. Abzweig- u. Verteilungsmaste.	Die größte Mittelkraft der Normalbelastungen, die sich aus dem Verwendungszweck des Mastes für die einzelnen Leitungen ergeben, und gleichzeitig Winddruck auf Mast und Kopfausrüstung in Richtung dieser Mittelkraft. Bei Ermittlung der einzelnen Normalbelastungen braucht der bei diesen Normalbelastungen vorgeschriebene Winddruck auf Mast und Kopfausrüstung nicht berücksichtigt zu werden.	Normalbelastung und Belastung nach c) sind gleichzeitig anzunehmen."

Die Vorschrift e) wird durch folgende Erklärung erweitert:

„Wird dieser Zug durch besondere Maßnahmen entsprechend c), dritter Absatz, verminderte, so kann dieses auch für die Berechnung der Querträger insofern berücksichtigt werden, als der halbe bzw. volle nachgewiesene, verminderte Höchstzug einer Leitung eingesetzt wird."

2. Holzmaste.

§ 20.

Allgemeines.

Die Vorschrift e) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„e) Holzmaste müssen gegen Fäulnis wirksam geschützt sein. Gegen Fäulnis nicht geschützte Maste sind nur in Verbindung mit Erdfüßen zulässig [siehe § 30 a)].

Ein- oder mehrmaliger Anstrich gilt nicht als wirksamer Schutz gegen Fäulnis.

Bei Verwendung von drehwüchsigen Holzmasten ist Vorsicht geboten."

§ 21.

Festigkeitsberechnung.

Die Vorschrift b) wird, wie folgt, geändert:

„b) Für einfache Tragmaste kann die Zopfstärke Z in cm nach folgender Näherungsformel berechnet werden:

$$Z = 0{,}65\,H + k\sqrt{\sum a}\,.\text{"}$$

In der anschließenden Zeichenerklärung wird die zweite Zeile geändert, wie folgt:

„$\sum$ = Summe der Durchmesser aller an dem Mast verlegten Leitungen in mm,".

3. Stahlmaste.

§ 23.

Allgemeines.

Bei der Vorschrift b) wird der zweite Absatz der Erklärung, der auf das Normblatt DIN 1000 hinweist, gestrichen.

In der Vorschrift e) werden die Abb. 1 und die Verdrehungsformel, wie folgt, geändert:

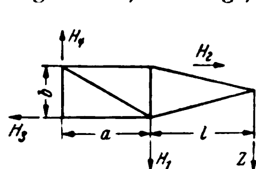


Abb. 1.

$$M_d = Z\left(l + \frac{a}{2}\right),$$
$$H_1 = \frac{M_d}{2a} + \frac{Z}{2},$$
$$H_2 = H_3 = \frac{M_d}{2b},$$
$$H_4 = \frac{M_d}{2a} - \frac{Z}{2}.$$

Die Vorschrift i) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„i) Geschweißte Maste sind zulässig, wenn sie den einschlägigen DINormen entsprechen. Außerdem gelten sinngemäß die Bestimmungen für genietete Maste."

§ 24.

Zulässige Spannungen.

Der erste Absatz der Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Die zulässigen Spannungen für die Bauteile aus Stahl ergeben sich aus folgenden Zusammenstellungen:"

In der ersten Zeile von Tafel IV und V werden die Worte „Zug, Druck und Biegung σ_{zul}" geändert in:

„Zug- und Biegungsspannung σ_{zul}".

Aus der Vorschrift c) wird der Hinweis am Schluß des ersten Absatzes auf die Vorschriften für Eisenbauwerke gestrichen.

Der zweite Absatz der Vorschrift c) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Für die verschiedenen Schlankheitsgrade von Stäben aus Flußstahl St. 37 ist ω aus Tafel VI zu entnehmen. Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten."

Der vierte Absatz der Vorschrift c) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Bei der Berechnung von Tafel VI sind folgende Annahmen gemacht:

Elastizitätsmodul $E = 2\,100\,000$ kg/cm²,
Streckgrenze $\sigma_S = 2400$ kg/cm²,
zulässige Druckspannung

für $\lambda = 0$ $\quad \sigma_{d\,zul} = 1600$ kg/cm²,

für $\lambda \geq 100$ $\quad \sigma_{d\,zul} = \dfrac{\pi^2 E}{\lambda^2 \cdot 3{,}06}$.

Die Werte $\sigma_{d\,zul}$ für $\lambda \geq 0$ und $\lambda \leq 100$ sind auf einer Parabel angenommen."

Die bisherige Vorschrift f) und die hierzu gehörende Tafel VII werden gestrichen.

Die bisherigen Vorschriften g) und h) erhalten hierdurch die Kennbuchstaben f) und g).

4. Eisenbetonmaste.

§ 25.

Die Vorschrift b) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„b) Eisenbetonmaste und -querträger sind nach den einschlägigen DINormen zu berechnen.

Bei der Berechnung können schräg zu den Hauptachsen des Querschnittes angreifende Kräfte in Richtung der Hauptachsen zerlegt werden. In diesem Falle ist die Querschnittsberechnung unter der Annahme einer ungerissenen Zugzone vorzunehmen, der Querschnitt also als homogen zu betrachten.

Die größten Beton-Druckspannungen ergeben sich aus der Summe der aus den Teilkräften ermittelten Einzelspannungen, wobei die nach d), 3 bzw. die nach den einschlägigen DINormen zulässigen Druckspannungen um 25 % zu ermäßigen sind.

Die Bewehrung ist so zu bemessen, daß sie allein die im homogenen Querschnitt auftretenden Zugspannungen aus den Teilkräften aufnimmt. Dabei sind die nach den einschlägigen DINormen zulässigen Spannungen einzuhalten."

6. Fundierung der Maste.

§ 28.

Berechnung der Fundierung.

Die Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Block- und Plattenfundamente sind nach Fröhlich „Beitrag zur Berechnung von Mastfundamenten" (Verlag von W. Ernst & Sohn, Berlin) zu berechnen. Außerdem sind die inneren Spannungen zu berücksichtigen bei außergewöhnlich großen Fundamenten, bei Fundamenten für Rohr- und Betonmaste sowie bei Fundamenten mit Fußplatten, bei denen die Auskragungen der Fußplatte größer als ihre Stärke sind. Abmessungen von Fundamenten, deren Berechnung in der Arbeit von Fröhlich nicht angegeben ist, sind nach einem anderen geeigneten Verfahren zu ermitteln, z. B. nach Mohr, Sulzberger (Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins 1924, Hefte 5 und 7; 1925, Heft 10), Kleinlogel („Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens" 1928, Heft 295). Dieses gilt besonders auch für Fundamente, die nicht allseitig von gutem Boden umgeben sind."

§ 29.

Ausführung der Fundamente.

Die Vorschrift c) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„c) Die Richtlinien für die Ausführung von Bauwerken aus Beton im Moor, in Moorwässern und ähnlich zusammengesetzten Wässern (aufgestellt vom Deutschen Ausschuß für Eisenbeton, Verlag von W. Ernst & Sohn, Berlin) sind zu beachten."

§ 30.

Mastfüße.

Die Vorschrift c) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„c) Erdfüße für Holzmaste müssen aus einem Werkstoff bestehen, der von Fäulniserregern nicht angegriffen werden kann (Stahl, Eisenbeton oder dgl.) oder aus Holz sein, das gegen Fäulnis wirksam geschützt ist. Die zulässigen Spannungen für die Werkstoffe des Fußes und der Verbindung zwischen Fuß und Mast dürfen nicht überschritten werden (siehe §§ 22 bis 25). Mast und Fuß sind so zu verbinden, daß der Luftzutritt zum Holz möglichst wenig behindert wird."

D. Besondere Bestimmungen.

§ 32.

Kreuzungen und Parallelführungen.

Der dritte Absatz der Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Ferner muß Vorsorge getroffen werden, daß bei ungleicher Eisbelastung der Felder oder bei Leitungs-

bruch in einem Nachbarfeld kein unzulässig großer Durchhang in den zu schützenden Teilen der Felder eintritt oder, daß der erhöhte Durchhang in seinen Folgen unschädlich gemacht wird."

In dem zweiten Absatz der Vorschrift b) erhält Ziffer 4 folgenden geänderten Wortlaut:

„4. Einfachketten unter Erhöhung des Isolationswertes oder Doppelketten ohne Erhöhung des Isolationswertes [siehe § 33 c), 2] sind zulässig, wenn entweder die Hängeketten oben und unten mit Schutzarmaturen ausgerüstet sind oder, wenn die Befestigung der Leitungen an den Isolatorenketten so ausgeführt ist, daß die Ketten beim Reißen der Leitungen im Nachbarfeld als Abspannketten wirken können."

Ferner wird in diesen Absatz eine neue Ziffer 7 folgenden Wortlautes eingefügt:

„7. Bei Verwendung von Stützenisolatoren nach § 33 c), 1 α und β müssen bei Holzmasten die Isolatorstützen gemäß § 31 b) geerdet werden."

Hierdurch erhalten die zu dem dritten Absatz gehörenden bisherigen Ziffern 7 und 8 die Kennziffern 8 und 9.

Der vierte Absatz erhält folgende geänderte Fassung:

„Wird eine Freileitung in einer verkehrsreichen Straße einer Großstadt geführt, so sind die zusätzlichen Maßnahmen unter Ziffern 1 bis 3 und 5 bis 9 anzuwenden; an Stelle von Ziffer 4 tritt jedoch die nachstehende Ziffer 10:"

Die bisherige Ziffer 9 erhält hiermit die Kennziffer 10 mit folgendem geänderten Wortlaut:

„10. Einfach-Isolatorenketten sind nicht zulässig. Anzuwenden sind Doppel-Isolatorenketten ohne Erhöhung des Isolationswertes, die oben und unten mit Schutzarmaturen auszurüsten sind."

In dem zweiten Absatz der Vorschrift d) erhalten die Ziffern 1 bis 6 folgende Änderungen:

„1. Bei Kreuzungen zwischen zwei Stromkreisen, die beide Nennspannungen von 1 kV und darüber führen, müssen die Leitungen und Isolatoren des oben liegenden Stromkreises den Bestimmungen für erhöhte Sicherheit nach § 33 b) und c) entsprechen, sofern keine Schutznetze oder Schutzleitungen verwendet sind. Zwischen den beiden sich kreuzenden Stromkreisen muß — auch bei größtem Durchhang (siehe § 8) — ein Mindestabstand von 2 m gewahrt bleiben; sind aber die Leitungen des oben liegenden Stromkreises mit Kettenisolatoren ausgerüstet, dann darf — auch bei ungleicher Eisbelastung der Felder oder bei Leitungsbruch in den Nachbarfeldern — der Mindestabstand zwischen den Leitungen nicht kleiner als 1 cm/1 kV Nennspannung, jedoch nicht kleiner als 0,5 m sein.

2. Bei Kreuzungen zwischen zwei Stromkreisen, von denen der eine eine Nennspannung von 1 kV und darüber, der andere aber eine Nennspannung unter 1 kV führt, müssen die Leitungen und Isolatoren des oben liegenden Stromkreises den Bestimmungen für erhöhte Sicherheit nach § 33 b) und c) entsprechen, sofern keine Schutznetze verwendet sind. Außerdem sind im Zuge der Leitungen des unten liegenden Stromkreises über diesen zwei oder mehrere geerdete, elektrisch und mechanisch ausreichend bemessene Schutzdrähte oder -seile anzuordnen, die von den Leitungen des oben liegenden Stromkreises — auch bei größtem Durchhang (siehe § 8) — einen Mindestabstand von 2 m haben müssen. Der Nulleiter darf jedoch nicht als Schutzleitung verwendet werden."

(Der zweite und dritte Absatz von Ziffer 2 bleiben unverändert).

„3. Bei Kreuzungen von Fernmeldeleitungen durch Starkstromleitungen mit Nennspannungen von 1 kV und darüber gelten die Bestimmungen unter 2."

(Der zweite Absatz von Ziffer 3 bleibt unverändert).

„4. Bei Parallelführung von zwei oder mehreren Stromkreisen übereinander an gemeinsamem Gestänge, die Nennspannungen von 1 kV und darüber führen, muß die waagerechte Versetzung von zwei beliebigen Leitungen zweier Stromkreise mindestens $\frac{U_n}{150}$, in Metern, sein; sie darf jedoch nicht kleiner als 0,2 m sein [siehe § 9 b)]. U_n ist in diesem Falle die höhere Nennspannung in Kilovolt.

Ist diese waagerechte Versetzung nicht vorhanden, so müssen die Leitungen und Isolatoren der oben liegenden Stromkreise den Bestimmungen für erhöhte Sicherkeit nach § 33 b) und c) entsprechen, sofern keine Schutznetze verwendet sind. In diesem Falle muß zwischen den übereinander liegenden Stromkreisen — auch bei größtem Durchhang (siehe § 8) — ein Mindestabstand von 2 m gewahrt bleiben; sind aber die Leitungen der oben liegenden Stromkreise mit Kettenisolatoren ausgerüstet, dann darf — auch bei ungleicher Eisbelastung der Felder oder bei Leitungsbruch in den Nachbarfeldern — der Mindestabstand zwischen den Leitungen nicht kleiner als 1 cm/1 kV Nennspannung, jedoch nicht kleiner als 0,5 m sein.

5. Bei Parallelführung von zwei oder mehreren Stromkreisen übereinander an gemeinsamem Gestänge, die teils eine Nennspannung von 1 kV und darüber, teils aber eine Nennspannung unter 1 kV führen, müssen die Leitungen und Isolatoren der oben liegenden Stromkreise den Bestimmungen für erhöhte Sicherheit nach § 33 b) und c) entsprechen, sofern keine Schutznetze verwendet sind.

Außerdem darf die Höchstzugspannung der Leitungen der oben liegenden Stromkreise 75 % der in § 7 a) festgelegten Werte nicht übersteigen und ihre Spannweite muß so gewählt werden, daß die 4-fache normale Zusatzlast [siehe § 8 b)] den Werkstoff höchstens bis zur Dauerzugfestigkeit beansprucht. In Gegenden, in denen nachweislich größere Zusatzlasten als die normale regelmäßig aufzutreten pflegen, darf das 4-fache der größeren Zusatzlast den Werkstoff höchstens bis zur Dauerzugfestigkeit beanspruchen.

Ferner muß zwischen zwei übereinander liegenden Stromkreisen, von denen der eine eine Nennspannung von 1 kV und darüber, der andere aber eine Nennspannung unter 1 kV führt — auch bei größtem Durchhang (siehe § 8) — ein Mindestabstand von 2 m gewahrt bleiben; sind aber die Leitungen des oben liegenden Stromkreises mit Kettenisolatoren ausgerüstet, dann darf — auch bei ungleicher Eisbelastung der Felder oder bei Leitungsbruch in den Nachbarfeldern — der Mindestabstand nicht kleiner als 1,5 m sein.

6. Bei Parallelführung übereinander von Fernmeldeleitungen und Starkstromleitungen mit Nennspannungen von 1 kV und darüber an gemeinsamem Gestänge gelten die Bestimmungen unter 5 (siehe auch § 11).

(Der zweite Absatz von Ziffer 6 bleibt unverändert).

§ 33.
Erhöhte Sicherheit.

Der zweite Absatz der Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Tragmaste, die nicht nach § 17 c), erster und zweiter Absatz, zu berechnen sind, müssen so bemessen sein, daß sie einen am oberen Mastende in Richtung der Leitungen angenommenen Zug aushalten, der gleich dem Höchstzug einer Strom führenden Leitung ist. Winddruck kann unberücksichtigt bleiben. Tragmaste, bei denen nach § 17 c), dritter Absatz, durch besondere Maßnahmen die Verdrehungsbelastung bei Seilbruch vermindert ist, sind für ein Drehmoment mit dem vollen nachgewiesenen, verminderten Höchstzug einer Leitung zu berechnen. Bei dieser Berechnung gelten für Stahlgittermaste die in Tafel IV, Spalte 3, für nahtlose Stahlrohrmaste die in § 24 g), für Holzgittermaste die in § 22 b) angegebenen zulässigen Spannungen. Andere Holzmaste müssen mindestens 2-fache Sicherheit, bezogen auf die Bruchfestigkeit, aufweisen, jedoch darf die Zopfstärke von einfachen Holzmasten 15 cm, die von Doppel- und A-Masten 12 cm nicht unterschreiten. Eisenbetonmaste müssen mindestens 2-fache Sicherheit gegen Bruch haben."

Der fünfte Absatz der Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Für die Berechnung der Querträger gilt § 17 e) mit der Maßgabe, daß bei Tragmasten, die nach § 17 c), erster und zweiter Absatz, zu berechnen sind, für die Belastung bei Leitungsbruch der volle einseitige Höchstzug einer Leitung einzusetzen ist. Bei Tragmasten, die nach § 17 c), dritter Absatz, zu berechnen sind, ist für die Berechnung der Querträger eine Belastung gleich dem nachgewiesenen verminderten Höchstzug einer Leitung einzusetzen."

In der Vorschrift c) erhalten die Ziffern 1 und 2 folgenden geänderten Wortlaut:

„1. Bei Stützenisolatoren:

α) Aufhängung der Leitungen an den gleichen Isolatoren, wie sie allgemein in der Strecke verwendet sind, in Verbindung mit einem Sicherheitsbügel;

Sicherheitsbügel ist ein über den Isolator lose gelegter Tragdraht (siehe Abb. 3), der zweckmäßig aus dem gleichen Baustoff wie die Leitungen hergestellt und vor und hinter dem Isolator so befestigt wird, daß bei Isolatorbruch die beiden Leitungsenden durch den Sicherheitsbügel gehalten werden und die Leitung von der Traverse aufgefangen wird.

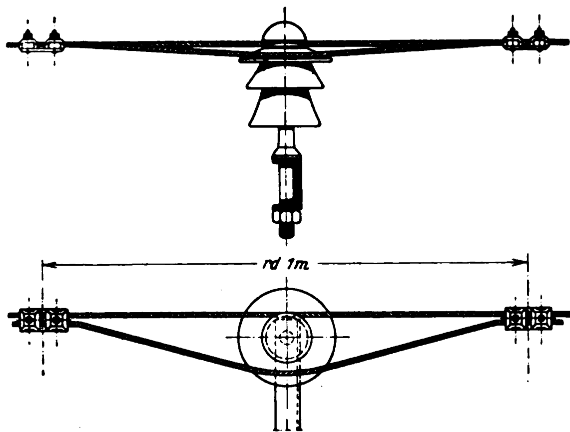


Abb. 3.

β) Doppelte Aufhängung der Leitungen an den gleichen Isolatoren, wie sie allgemein in der Strecke verwendet sind;

γ) Aufhängung der Leitungen an Isolatoren für die nächsthöhere genormte Nennspannung, mindestens aber an solchen für 20 kV, in Verbindung mit starkem Bund und verstärkten Isolatorstützen.

In Winkelpunkten sollen Leitungen auf Stützenisolatoren, bei denen die Mittelkraft des Zuges vom Mast abgekehrt ist, so an zwei Isolatoren befestigt werden, daß sie bei Bruch e i n e s Isolators nicht herabfallen können.

2. Bei K e t t e n i s o l a t o r e n: Einfachketten unter gleichzeitiger Erhöhung des Isolationswertes (Überschlagspannung bei Regen) derart, daß dieser Wert bei Nennspannungen bis einschließlich 60 kV um 20 %, über 60 kV um 10 % höher als der niedrigste Isolationswert der gleichen Leitung in den anschließenden Strecken ist, oder Doppelketten ohne Erhöhung des Isolationswertes.

Bei Einfachketten aus Vollkernisolatoren ist durch Anbringung von Schutzarmaturen dafür Sorge zu tragen, daß bei Überschlägen der Lichtbogen von dem Strunk ferngehalten wird."

Zu Ziffer 1 und 2 der Vorschrift c) wird folgende Erklärung neu aufgenommen:

„Zu c), 1 und 2: Empfohlen wird, an Stellen erhöhter Sicherheit genormte Isolatoren zu verwenden."

IV. Freileitungen für Nennspannungen unter 1 kV.

§ 35.

A l l g e m e i n e s.

Die Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Für Freileitungen mit Nennspannungen unter 1 kV gelten die gleichen Bestimmungen wie für Freileitungen mit Nennspannungen von 1 kV und darüber, soweit diese nicht durch die folgenden Bestimmungen abgeändert oder aufgehoben werden."

§ 36.

S o n d e r b e s t i m m u n g e n.

Die Vorschriften m) und n) erhalten folgenden geänderten Wortlaut:

„m) Zu § 12 a): Für Isolatoren gelten die einschlägigen DINormen.

Außerdem sind auch Isolatoren RM I nach den einschlägigen DINormen für Nennspannungen bis 0,5 kV zulässig. Bei Verlegung von Starkstrom- und Fernmeldeleitungen an gemeinsamem Gestänge ist für unterscheidende Kenntlichmachung Sorge zu tragen.

n) Zu § 13 a): Für Isolatorstützen gelten die einschlägigen DINormen."

Die Vorschrift s) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„s) Zu § 31: Die Bestimmungen § 31 a) bis c) finden für Spannungen bis höchstens 250 V gegen Erde keine Anwendung. Wird jedoch geerdet, so gelten die „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, L.E.S. 1.".

Für das Erden der Maste gelten bei Spannungen von mehr als 250 V gegen Erde die „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen"."

Der achte Absatz der Vorschrift t) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Von den in § 32 e), Ziffern 1 α), 2, 3 α) und β) angeführten Bestimmungen gelten nur d i e Abschnitte, die sich auf Freileitungen mit Nennspannungen unter 1 kV beziehen."

Anhang.

A n l e i t u n g f ü r d i e P r ü f u n g d e r V e r z i n k u n g s g ü t e b e i d e r A b n a h m e v e r z i n k t e r S t a h l d r ä h t e u n d v e r z i n k t e n S t a h l - u n d E i s e n z e u g e s.

III. A u s f ü h r u n g.

In b) erhält Ziffer 1 folgenden geänderten Wortlaut:

„1. Verzinkte Stahldrähte

über 2,5 mm Durchmesser . 7 Eintauchungen,
von 2,5 ... 1,7 mm Durchmesser 6 „ ,
unter 1,7 mm Durchmesser . 5 „ ."

SITZUNGSKALENDER.

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 10. IX. 1932, gegen 6½ h, Rundfunkvortrag durch Sender Mühlacker von Baurat Dr.-Ing. E. J a c o b, „Stromlieferung und Stromverkauf in Städten".

Deutscher Physiker- u. Mathematikertag. 20. bis 24. IX. 1932: 8. Deutscher Physiker- und Mathematikertag in Bad Nauheim in Verbindung mit der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Mainz bzw. Wiesbaden und der 13. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für technische Physik. Auskunft erteilt Herr Geheimrat Scheel, Berlin-Charlottenburg 2, Werner-Siemens-Str. 8/12.

LITERATUR.

Besprechungen.

G r u n d l a g e n d e r W e c h s e l s t r o m t h e o r i e. Von Dr.-Ing. P. B. A. L i n k e r. Mit 131 Abb., VIII u. 245 S. in 8°. Verlag Georg Stilke, Berlin 1928. Preis geh. 16 RM, geb. 18 RM.

Es weiß jeder aus eigener Erfahrung, wie schwierig es ist, sich mit den Grundelementen der Theorie der Wechselströme vertraut zu machen. Jeder Versuch, diesen „schwierigsten Stoff so elementar wie möglich zu gestalten, um auch weiteren Kreisen ein Eindringen in dieses Wissensgebiet zu ermöglichen", ist daher zu begrüßen. Dem Verfasser ist dieser Versuch nur bis zu einem gewissen Grade gelungen; der Studierende wird in diesem Buche wohl eine Hilfe finden, wird aber dabei manche Schwierigkeit zu überwinden haben, weil der Verfasser das ganze Gebiet mehr von der mathematischen, formelmäßigen Seite behandelt ohne Zuhilfenahme von Erläuterungen, welche die mathematischen Formeln mit den zugehörigen physikalischen Begriffen verbinden. Mancher Studierende wird beim Aufklappen des Buches u. U. von vornherein zurückschrecken, z. B. wenn er auf die Seiten 76, 77, 78, 79, 82, 83 u. a. stößt, auf denen fast ausschließlich Formeln, z. T. solche übermäßiger Länge, zu finden sind. Abgesehen hiervon wäre für eine neue Auflage die Beachtung folgender Wünsche zweckmäßig. Bei der Behandlung der Leistung des Stromkreises mit Widerstand, Kapazität und Selbstinduktion (S. 38 ff.) wäre die Umsetzung von magnetischer Energie in elektrische Energie und von elektrischer Energie in magnetische Energie näher zu erläutern. Die gegenseitige Induktion (S. 89 ff.) ist zu stiefmütterlich behandelt; hier ist der Begriff der Streuung (der Streuinduktivität) zu erläutern und als Beispiel am besten der Transformator zu behandeln. Im Zusammen-

hang damit wären die Gleichungen des allgemeinen Stromkreises und das Kreisdiagramm abzuleiten. Die Zerlegung unsymmetrischer Systeme in das rechtsläufige und das gegenläufige System wird in der Art, wie es auf S. 128 gebracht wird, dem Anfänger kaum verständlich sein. Es empfiehlt sich, diese Zerlegung im Zusammenhange mit der Methode der symmetrischen Komponenten zu bringen; eine Erläuterung dieser Methode fehlt. Die Behandlungsweise der Ausgleichsvorgänge in quasistationären Stromkreisen ist für den Anfänger zu kompliziert. Es ist nicht gleich der Stromkreis mit Widerstand, Selbstinduktion und Kapazität, sondern zunächst der einfache Stromkreis mit Widerstand und Selbstinduktion und für diesen das Ein- und Ausschalten eines Gleichstromes ebenso wie das Einschalten eines Wechselstromes zu bringen; ferner dürfte nicht die Behandlung des Einschaltvorganges bei einem induktiven Stromkreis mit Eisen fehlen. Auch die Behandlungsweise der Ausgleichsvorgänge in nicht stationären Stromkreisen (Brechung und Rückwerfung von Wanderwellen S. 204 ff.) ist für den Anfänger zu kompliziert; die physikalischen Erläuterungen fehlen. Der Abschnitt „Schaltungen von Wechselstromwiderständen" (S. 44 ... 89) ist viel zu ausführlich. Hier könnte eine ganze Reihe von Seiten gespart und für die Erläuterung der physikalischen Begriffe verwendet werden. Schließlich ist, insbesondere für den Studierenden, die Verwendung der heute üblichen Bezeichnungen für Widerstand, Selbstinduktion, Leistung usw. erwünscht[1].

M. Liwschitz.

Meßtechnik. Von Prof. Dr. techn. M. Kurrein. (H. 2 d. Werkstattbücher, herausg. v. Dr.-Ing. E. Simon.) 3., verb. Aufl. Mit 160 Textabb. u. 78 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 2 RM.

Bei dieser neuen Auflage ist erfreulicherweise festzustellen, daß durch die Verwendung holzfreien Papiers die Klarheit der Bilder gewonnen hat; auch eine Reihe von Klischees sind hierbei bedeutend besser herausgekommen. Leider ist dieser Vorteil durch die Verkleinerung einiger Darstellungen etwas herabgemindert worden; besonders bei Bildern mit Skalen macht sich diese Verkleinerung recht unangenehm bemerkbar.

Gegenüber der vorhergehenden Auflage hat die wissenschaftliche Darstellungsweise zugenommen. Auf die Fehlerrechnung konnte verzichtet werden und dafür lieber der Behandlung der Meßwerkzeuge im Betriebe und dem Arbeiten mit den Meßwerkzeugen mehr Raum gegeben werden. Trotzdem bleibt es ein empfehlenswertes Werkstattbuch, nach dem die Praxis gerne greifen wird, aus dem aber auch Studierende an technischen Lehranstalten viel schöpfen können.

W. Meier.

Die abhängige Erfindung. Von Dr.-Ing. Dr. jur. F. Lehmann. Mit Abb., VII u. 115 S. in 8⁰. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1931. Preis geh. 6 RM.

Die Frage der Abhängigkeit einer Erfindung von einer anderen ist nicht nur von eminenter wirtschaftlicher Bedeutung, sie ist auch eine der interessantesten juristischen Teilfragen des gewerblichen Rechtschutzes. Lehmann entwickelt zunächst Begriffsbestimmungen der verschiedenen Arten der Abhängigkeit und untersucht dann eingehend ihre Wirkungen im deutschen Patent- und Gebrauchsmusterrecht. Dieser erste Teil des Werkes mit seinen zahlreichen Literaturnachweisen ist eine sehr sorgfältige Studie. Zu begrüßen ist, daß die maßgeblichen Entscheidungen abschnittweise wiedergegeben sind; dadurch wird dem Leser das zeitraubende Suchen nach diesen Entscheidungen erspart.

Im zweiten Teil behandelt der Verfasser auf Grund seiner praktischen Erfahrungen die Geltendmachung der Abhängigkeit im Rechtstreit. Wertvoll ist auch der Anhang mit der Darstellung der Abhängigkeit im österreichischen, schweizerischen und französischen Recht. Das Werk verdient, mit Interesse aufgenommen zu werden.

Krahe.

Eingegangene Doktordissertationen:

Hans Joachim Wiester, Die Martensitkristallisation in hochkohlenstoffhaltigen Stählen. T.H. Berlin 1931.

R. G. Weigel, Untersuchungen über die spektralrelative Hellempfindlichkeit des Auges. T.H. Karlsruhe 1930.

[1] Das Buch ist 4 Jahre nach Erscheinen zur Besprechung eingesandt worden.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die deutsche Elektroindustrie im 2. Vierteljahr 1932[1]. — Im zweiten Vierteljahr ist eine Änderung in der Entwicklung der wirtschaftlichen Lage bei der elektrotechnischen Industrie nicht eingetreten. Die rückläufige Bewegung im Bestellungseingang hat weiter angehalten. Der Rückgang erstreckte sich nunmehr in stärkerem Ausmaß auch auf das Ausland, u. zw. sowohl auf das europäische als auch auf das überseeische, wofür die oft erörterten Gründe, die sich vielfach noch verschärft haben, maßgebend waren. Für das weitere Nachlassen des Geschäfts auf dem Inlandsmarkt kommt einmal in Betracht, daß sämtliche öffentlichen Besteller, vor allem die Reichspost und die Reichsbahn, sich die weitestgehende Zurückhaltung auferlegen müssen, und daß es auch allen übrigen Behörden, staatlichen wie kommunalen, eher noch mehr als bisher an den nötigsten Mitteln für die Durchführung der dringendsten Bedarfsdeckungen fehlt. Nicht weniger ist auch die Kaufkraft privater Besteller zurückgegangen. Im allgemeinen kann gesagt werden, daß im Berichtszeitraum der weitere Rückgang auf dem Schwachstromgebiet stärker war als auf dem Starkstromgebiet, wodurch die Erfahrung bestätigt wird, daß von Änderungen im Konjunkturverlauf die Starkstrombetriebe früher ergriffen werden als die Schwachstrombetriebe, so daß naturgemäß der Abfall bei den letztgenannten noch in vollem Flusse ist, wenn er bei den anderen nicht ganz so rasch fortschreitet. So sind auch in der gegenwärtigen Krise die Bestellziffern für Starkstromanlagen, Maschinen und Apparate für Beleuchtung und Kraft zwar von Monat zu Monat noch weiter gesunken, aber nicht mehr im gleichen Verhältnis wie in den vorangegangenen Vierteljahren, da sie schon damals einen bisher nicht gekannten Tiefstand erreicht hatten, während die Bestellungen auf Telephon- und Telegraphenmaterial in unvermindert scharfem Tempo zurückgegangen sind. Gewisse leichte Belebungen auf Sondergebieten waren unbeträchtlich, sie rührten daher, daß gewisse Sondererzeugnisse, namentlich solche, von denen der Abnehmer eine Verbesserung und Verbilligung seiner Betriebsleistung erhofft, in langsamer Einführung begriffen sind. —

Verkauf elektrischer Wärmeapparate für den Haushalt in der Schweiz 1931. — Aus der Statistik des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes[2], die wieder auf Erhebungen bei annähernd allen am Verkauf beteiligten einheimischen Firmen beruht, aus dem Ausland eingeführte Vorrichtungen aber nicht umfaßt, ersieht man, daß 1931 die Gesamtzahl der in der Schweiz abgesetzten Wärmeapparate (ohne Heizkissen und -teppiche) von 1 532 380 um 119 190 oder 7 % auf 1 651 570 und ihr Anschlußwert von 1 366 080 kW um 162 360 bzw. 12 % auf 1 528 440 kW gestiegen ist. Die Zunahme war mengenmäßig am größten bei Bügeleisen (37 000), von denen bis Ende 1931 725 000 mit 303 995 kW Anschlußwert zum Verkauf gekommen sind (688 000 bzw. 287 600 kW i. V.); sie sollen sich auf 960 000 Haushaltungen verteilen, so daß auf diesem Gebiet bald eine Sättigung erreicht sein dürfte. Weiter ist die Zahl der an Abnehmer gelangten Warmwasserspeicher um 19 300 auf 122 200 mit 161 100 kW Anschlußwert, die der Kochherde und Réchauds um 17 090 auf 172 590 mit 468 355 kW angewachsen. Das Sekretariat des Verbandes bemerkt, daß von allen in der Schweiz neu eingerichteten Küchen (Gas- und Elektroküchen) 1931 etwa 43 % auf elektrisch betriebene entfallen seien und der mittlere Anschlußwert je verkauften Kochherd nunmehr etwa 4,5 kW gegen 4,1 kW im Jahr 1930 betrage, weil überwiegend mehr Backofenherde angeschlossen würden. Einen recht erheblichen Zuwachs weisen Heizöfen und Strahler, u. zw. je um rd. 11 380 Stück auf; ihre Gesamtzahl betrug am Schluß des Berichtsjahres 167 160 (276 934 kW) bzw. 133 700 (89 193 kW).

fm.

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1016; 1932, S. 423.
[2] Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 23, S. 147 (1932).

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 33: Wer fertigt elektrisch betriebene Scheren (Handscheren) an?

Abschluß des Heftes: 2. September 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Großraum-Gelenkwagen mit neuartiger elektrischer Ausrüstung.

Mitteilung der AEG.

Die besonderen Merkmale der von der AEG für den Großraum-Gelenkwagen (Abb. 1) gelieferten elektrischen Ausrüstung sind selbsttätiges Anfahren mit getrennter Kurzschlußbremse, mit Öldruck betätigte Getriebebremsen, Niedervolt-Lampen für die Beleuchtung, Radiostörfreiheit, elektrolytischer Blitzableiter und unter dem Wagen liegende Anfahr- und Bremswiderstände.

Mit dem Automaten, der Freiauslösung und Zwangsausschaltung hat, liegt eine Dachhörnersicherung für 250 A Nennstrom in Reihe. Der Aluminiumblitzableiter spricht bei etwa 1,25- bis 2facher Nennspannung, also in den Grenzen von 830 bis 1300 V an.

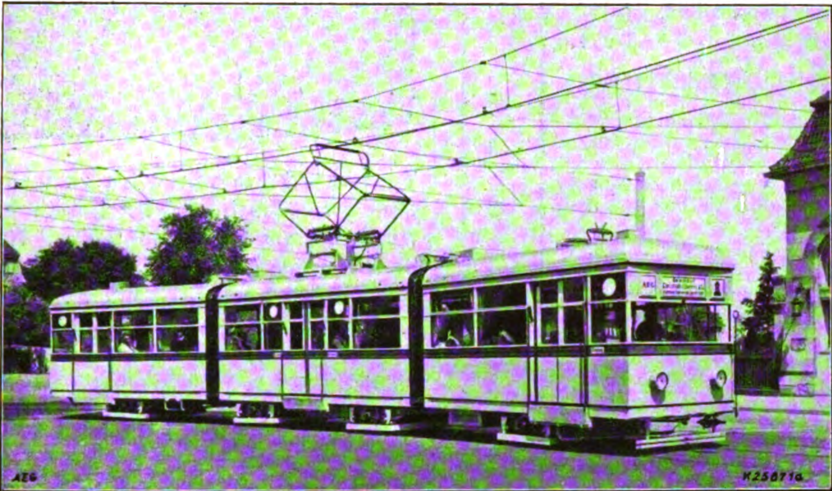


Abb. 1. Großraum-Gelenkwagen Christoph u. Unmack / Liechty / AEG.

Der Meisterschalter für das selbsttätige Anfahrwerk ist mit dem Bremskontroller zu einem gemeinsamen Fahr- und Bremsschalter zusammengefaßt. Die Betätigung erfolgt durch eine Fahrkurbel, die in einem Winkel von 45° zur Wagenlängsachse schräg nach vorn steht. Der Schalter, der als Nockenschalter ausgebildet ist, trägt auf der Hauptwalze die Steuerstrom-Nockenschalter für das Anlassen des Schaltwerkes und die Starkstrom-Nockenschalter für den ganzen Kurzschlußbremskreis. Die Umschaltwalze für das Vor- und Rückwärtsfahren und Motortrennschaltung hat eine Stellung RR, in der die Motoren auf Rückwärtsfahrt geschaltet sind, die Fahrkurbel aber gesperrt und der Umschaltgriff abnehmbar ist.

Der Wagen ist als Einrichtungswagen ausgeführt. Zur längeren Rangierfahrt vom hinteren Wagenende dient ein mit dem Umschaltgriff des Fahr- und Bremsschalters zu betätigender Hilfsfahrschalter (Abb. 2) bestehend aus zwei Starkstromkontakten und einem Steuerstromkontakt. Ist vorher die Umschaltwalze des Fahr- und Bremsschalters in die Stellung RR gebracht, so werden durch den Hilfsfahrschalter und das Serienschütz die Motoren und Widerstände in Reihenschaltung für die Rückwärtsfahrt an Spannung gelegt. Außerdem wird das Schaltwerk angelassen und schließt die den Motoren vorgeschalteten Widerstände nacheinander kurz. Die Bremsung des Fahrzeuges erfolgt vom Hilfsführerstand aus rein mechanisch.

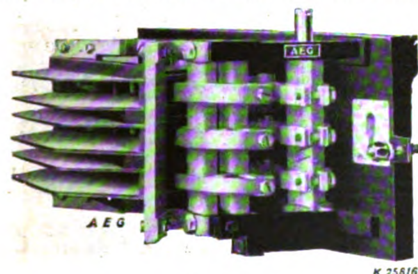


Abb. 2. Hilfsfahrschalter für Rückwärtsfahrt.

Das Schaltwerk (Abb. 3) ist unter dem Mittelwagen hängend angeordnet und kann jederzeit vom Wageninnern aus gut beobachtet werden. Die Reglung der Widerstandsabstufung beim Anfahren nimmt das Schaltwerk selbständig vor und zwar in Abhängigkeit eines Stromwächters, der dazu dient, daß der zulässige Spitzenstrom beim Anfahren nicht überschritten wird. Für die Umgruppierung der Motoren von Serien- auf Parallelfahrt dienen drei Schütze, die ebenso wie das Feldschwächungsschütz feuerfest, schalldicht und leicht zugänglich in eine Sitzbank eingebaut sind.

Die vier Gleichstrom-Antriebsmotoren leisten stündlich je 29 kW bei 275 V und sind mit Innenbackenbremsen ausgerüstet, die direkt mit den Öldruckzylindern der hydraulischen Bremsausrüstung verbunden sind. Die unter dem Wagen liegenden Anfahr- und Bremswiderstände sind isoliert aufgehängt und zwecks guter Belüftung an den Seiten mit perforiertem Blech abgedeckt.

Für die Beleuchtung sind 18 V-Lampen verwendet, die sämtlich in Reihe liegen. Jede Lampe hat eine Kurzschlußeinrichtung. Beim Durchbrennen des Lampenfadens durchschlägt die in diesem Augenblick an der Birne auftretende volle Betriebspannung im Kolben eine Isolationstrecke und bildet eine Strombrücke, so daß der Stromkreis der Lichtanlage wieder hergestellt ist. Das Auswechseln der schadhaften Lampen kann ohne weiteres während des Betriebes geschehen, da die Fassungen so ausgebildet sind, daß beim Herausschrauben der Birne in den Fassungen ein stromüberbrückender Kurzschluß entsteht.

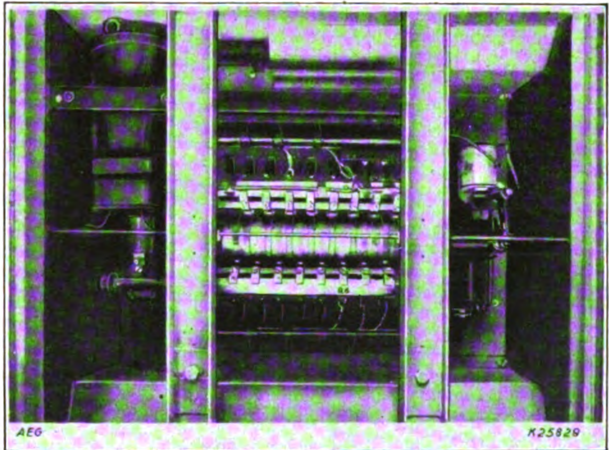


Abb. 3. Eingebautes Schaltwerk. Ansicht vom Wageninnern, Fußbodenklappe abgenommen.

Zum Schutz gegen Rundfunkstörungen ist das Störschutzgerät der AEG eingebaut. Eine elektrische Warnglocke, deren Betätigungsschalter mit einer mechanischen Glocke vereinigt ist, dient zur Entlastung des Führers.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | **Berlin, 22. September 1932** | **Heft 38**

Leistungsverhältnisse bei Großsendern.

(Mitteilung aus dem Institut für Schwachstromtechnik der T. H. Dresden.)

Von Ulrich Steudel, Dresden.

Übersicht. Der Leistungsumsatz eines Sender-Endrohres in normaler Arbeitsweise wird besprochen und der Leistungsgang durch einen gesamten Rundfunksender an Hand eines Pegeldiagramms veranschaulicht. Durch den gewählten logarithmischen Maßstab ist es möglich, alle Leistungsgrößen des Senders in einem Diagramm zu erfassen und die Wirkungsgrade einfach darzustellen. Der Verbleib der Einzelleistungen in einem Senderbetrieb wird an Hand eines weiteren Diagramms erläutert und Zahlenwerte für einen normalen Rundfunksender und einen Kurzwellensender gegeben.

Die Antennenleistung eines Senders wird durch die Endstufe bestimmt. Liegt der Ruhepunkt des Gitterpotentials am unteren Knick der Röhrenkennlinie (Abb. 1 a),

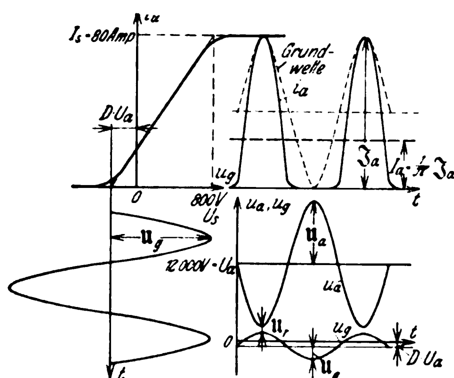


Abb. 1 a. Aussteuerung des Endrohres.

dann hat der Anodenstrom i_a die Form von halben Sinusbogen. Der Anodengleichstrom ist also $I_a = \frac{1}{\pi}\mathfrak{J}_a$, die Amplitude der Grundwelle gleich $\mathfrak{J}_a/2$. Da die Röhre anodenseitig mit einem Schwingungskreis belastet ist, ändert sich die Anodenspannung u_a sinusförmig, sie schwingt um die Betriebspannung U_a als Mittelwert in Gegenphase zum Strom. Die Amplitude der Gitterspannung ist bei voller Aussteuerung, also bester Röhrenausnutzung, gleich der Sättigungspannung U_s, vermindert um einen kleinen Betrag $\mathfrak{U}_r$ wegen der Krümmung der Kennlinie. Die Gitterspannung u_g ist gegen die Anodenspannung um 180° phasenverschoben, wenn der Sender in der Resonanzwelle arbeitet.

Die vom Rohr aufgenommene Gleichstromleistung ist

$$N_a = \frac{1}{\pi}\mathfrak{J}_a U_a,$$

die an den Schwingungskreis abgegebene Wechselstromleistung ist

$$N_\sim = \frac{1}{4}\mathfrak{J}_a \mathfrak{U}_a.$$

Die Differenz $N_a - N_\sim$ wird an der Anode in Wärme umgesetzt. Der Wirkungsgrad wird also

$$\eta = \frac{N_\sim}{N_a} = \frac{\pi\,\mathfrak{U}_a}{4\,U_a}.$$

Macht man $\mathfrak{U}_a$ fast gleich U_a, also U_a groß gegen U_s (denn bei richtiger Belastung ist $\mathfrak{U}_a \approx U_a - U_s$), dann wird der maximale Wirkungsgrad $\pi/4 = 78\%$. Für $U_a = 12\,000$ V und $U_s = 800$ V wird z. B. $\eta = 72\%$. Der Wirkungsgrad wird besser, wenn man den Ruhepunkt noch weiter in das negative Gitterpotential verlegt, aber die dann auftretenden Oberwellen mit ungerader Ordnungszahl kann man schwer beseitigen (auch nicht durch Gegentaktschaltung). Dagegen muß man bei Frequenzverdopplung den Ruhepunkt weit ins Negative legen, damit die Anodenstromkurve die 2. Oberwelle möglichst stark enthält. Der Wirkungsgrad verschlechtert sich wegen des negativen Arbeitspunktes dann nur unerheblich, er wird das $1/\sqrt{2}$fache; überhaupt eine Verschlechterung tritt auf wegen der geringen Amplitude der Oberwelle. Das Rohr wird bei Frequenzverdopplung schlechter ausgenutzt, weil der Anodengleichstrom nur sehr klein ist.

Wird die Amplitude der Anodenspannung größer als $U_a - U_s$, dann tritt der überspannte Zustand ein, das Gitter wird zeitweilig positiver als die Anode und der Gitterstrom wächst stark an, was vermieden werden muß.

Der Grenz-Anodenwiderstand, bei dem eben nicht der überspannte Zustand eintritt, ist also

$$\mathfrak{R}_{gr} = \frac{U_a - U_s}{\frac{1}{\pi}\mathfrak{J}_a} = \frac{\pi\,(U_a - U_s)}{\mathfrak{J}_a}.$$

Verstärkt man modulierte Hochfrequenz, so muß bei der Hochfrequenz ohne Modulation eine Vergrößerung bzw. Verkleinerung der Amplitude um den Modulationsgrad m auf dem geradlinigen Teil der Charakteristik möglich sein. Der Trägerwellenstrom darf also bei $m = 1$ (vollständig geradlinige Charakteristik) nur die Hälfte des maximalen Stromes sein: $I_T = I_{max}/2$, und die Leistung $N_T = N_{max}/4$ (s. Abb. 1 b); der Wirkungsgrad wird dann:

$$\eta_T = \frac{\eta_{max}}{2} = 39\,\%\ \text{(praktisch } 36\,\%\text{)}.$$

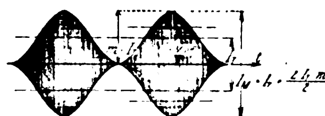


Abb. 1 b. 100prozentig modulierte Hochfrequenz.

Ist der Modulationsgrad m, dann kommt zu dem Effektivwert des Trägerwellenstromes I_T noch der der beiden Seitenbänder $2\frac{I_T m}{2}$, also zur Trägerwellenleistung die der beiden Seitenbänder $2\frac{N_T m^2}{4}$; die gesamte Wechselstromleistung bei Modulation wird

$$N_{\sim M} = \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) N_T.$$

Ein Sender mit 100 kW Trägerwellenleistung hat also bei 100prozentiger Modulation eine Leistung von 150 kW.

Beim Hochfrequenz-Verstärker muß das Gitter zeitweise positiv werden (s. Abb. 1), wenn es auf gute Ausnutzung der Röhre und der Betriebspannung ankommt, also namentlich bei den Endstufen; man kann die Gitterleistung also nicht zu Null machen, es fließt ein Gitter-

strom, etwa $^1/_{10}$ des Anodenstromes. Also ist bei einem Rohr etwa eine 100fache Leistungserhöhung möglich. Praktisch benutzt man aber wiederum nur etwa $^1/_{10}$ der Anoden-Wechselstromleistung, um das Gitter des folgenden Rohres zu steuern. Diese lose Kopplung ist nötig, damit die Stufen möglichst rückwirkungsfrei arbeiten, also keine Koppelfrequenz dicht neben der Resonanzfrequenz auftritt. Bei manchen Sendern wird sogar, um die Rückwirkung noch kleiner zu machen, die Frequenz in der dritten oder vierten Stufe verdoppelt. Hat man 10^7-fache Leistungsverstärkung, dann genügt es sogar schon zur Selbsterregung, wenn der 10^{-7}te Teil der Endleistung auf das erste Rohr kommt. Eine schädliche Frequenzänderung tritt aber schon bei wesentlich kleinerer Rückwirkung ein.

Um Selbsterregung einer Stufe zu vermeiden, müssen die Röhrenkapazitäten sorgfältig kompensiert und in den letzten Stufen meist Gegentaktschaltungen angewendet werden. Die erste Stufe darf von der zweiten nur schwach belastet sein, damit ihre Rückkopplung möglichst phasenrein ist (u_g und u_a 180° Phasenverschiebung). Sie muß auch immer genau in der Betriebswelle schwingen, weshalb der rückkoppelnde Resonanzschwingungskreis (ein Kristall oder eine besondere Spule) sorgfältig auf gleicher Temperatur gehalten werden muß[1].

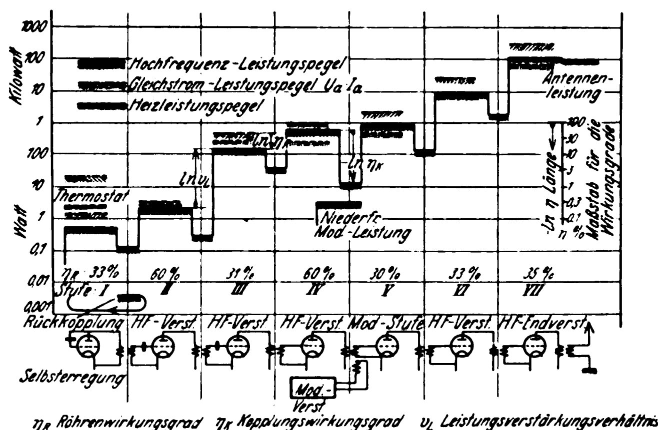


Abb. 2. Leistungspegel-Diagramm für die Trägerwelle eines Rundfunksenders (100 kW Antennenleistung).

Den Leistungsgang durch die einzelnen Senderstufen zeigt Abb. 2. Da dort die Leistungen in logarithmischem Maßstab aufgetragen sind, können die einzelnen Wirkungsgrade direkt abgelesen werden. Die erste Stufe arbeitet an einer steilen Stelle der Charakteristik (Selbsterregung), daraus ergibt sich der Wirkungsgrad von 33 %. Bei der zweiten Stufe ist das Gitter blockiert, um Rückwirkungsfreiheit und Unabhängigkeit von den Stromquellen zu erzielen. Der Wirkungsgrad ist normal, $\eta = 60$ %. Der dritten Stufe wird außer der Gitterblockierung noch eine negative Vorspannung zugeführt; deshalb bleibt das Gitter fast ganz negativ, also die erforderliche Gitterleistung wird sehr klein. Daraus erklärt sich das große Leistungsverstärkungsverhältnis v_L von 70, aber auch der schlechte Wirkungsgrad (für die Grundwelle) von 31 %. Die vierte Stufe arbeitet wieder normal nach obiger Beschreibung mit einer negativen Gittervorspannung von $D\,U_a$, ebenso die übrigen Stufen. Der Wirkungsgrad der letzten Stufen ist für die Trägerwelle angegeben; für die Spitzenleistung würde er doppelt so groß werden. Das v_L von der 4. zur 5. Stufe ist sehr klein, um jede Rückwirkung der Modulation und auch Phasenmodulation zu vermeiden. Die Gitterleistung des 5. Rohres ist sogar noch kleiner als die des 4.

Das Schaltbild unten in Abb. 2 ist nur ganz schematisch. In Wirklichkeit hat man sowohl im Anoden- als auch im Gitterkreis meist Schwingungskreise, die Kopplungen sind oft kapazitiv, die ganze Schaltung weit komplizierter.

Wie oben erwähnt, ist die Kopplung so lose, daß die Gitter-Wechselstromleistung durchschnittlich nur $^1/_{10}$ der Schwingkreisleistung des Vorrohres beträgt ($\eta_K = 10$ %). Um ein vollkommen einwelliges Arbeiten des Senders zu

[1] Bis hierher vgl. a.: Barkhausen, Elektronenröhren, Bd. 2; Verlag S. Hirzel, Leipzig.

erhalten, ist dieser Verlust notwendig. Aus dem Pegel der Heizleistung erkennt man, daß sie in der ersten Stufe bei weitem den größten Betrag der Röhrenleistungen ausmacht, wie wir es von den kleinen Empfängerröhren her gewohnt sind. Bei den größeren Röhren ist sie dagegen nur noch ein verschwindender Teil gegenüber der Anoden-Gleichstromleistung.

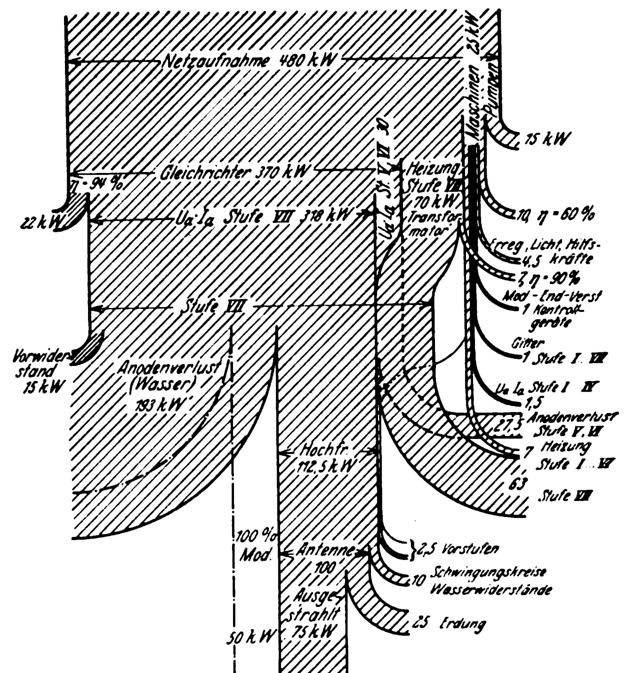


Abb. 3. Leistungsdiagramm eines Rundfunksender-Betriebes.

Abb. 3 zeigt das Leistungsdiagramm eines gesamten Senderbetriebes. Sämtliche Leistungen, außer der von der Antenne ausgestrahlten Hochfrequenzleistung, werden in Wärme umgesetzt. Da die Anoden der drei letzten Stufen wassergekühlt sind, um die große Leistung $N_a - N_\sim$ abzuführen, aber auf dem hohen Potential von 12 000 V stehen, läßt man das Kühlwasser durch Widerstände in Form von auf Trommeln aufgewickelten Schläuchen fließen. Die Verluste in diesen sind gering. Die letzten Stufen verstärken modulierte Hochfrequenz, d. h. die ursprüngliche Trägerwelle mit den danebenliegenden Seitenbändern. Da diese möglichst gleichmäßig verstärkt werden sollen, müssen die Schwingungskreise ziemlich stark gedämpft sein (großes Dekrement ergibt kleine Abstimmschärfe). Die große Wirkleistung, die dann im Schwingungskreis verbraucht wird, muß manchmal mit Wasser abgeführt werden. Die Antenne wird oft über einen Zwischenkreis angekoppelt, der aus mehreren Gliedern besteht, so daß sein Scheinwiderstand, aufgetragen über der Frequenz, einen fast rechteckigen Verlauf zeigt, also nur die Trägerwelle mit den beiden Seitenbändern auf die Antenne übertragen wird (Bandfilter). Alle übrigen Frequenzen, insbesondere Oberwellen, werden stark abgedrosselt. Die drei letztgenannten Verluste (Wasserwiderstände, gekühlte Schwingungskreise, Bandfilter) ergeben zusammen etwa 10 % der Hochfrequenzleistung (10 kW). Vor die Anoden sind allgemein zur Beruhigung Vorwiderstände geschaltet, die insgesamt etwa 15 kW verzehren.

Von der in die Antenne hineinfließenden Leistung wird nur ein gewisser Prozentsatz ausgestrahlt, der stark mit der Frequenz wächst. Der nützliche Strahlungswiderstand wächst etwa mit dem Quadrat der Frequenz, so daß bei höherer Frequenz der an sich gleichbleibende Erdungswiderstand prozentual kleinere Verluste bringt.

Eine Zusammenstellung der wirklichen Daten eines Groß-Rundfunksenders und zum Vergleich derselben Daten eines Kurzwellensenders zeigt Zahlentafel 1. Bei den Wirkungsgraden ist zu berücksichtigen, daß sich die des Rundfunksenders auf die Trägerwelle, die des Kurzwellensenders ($\lambda = 15$ m) aber auf Telegraphie-Strich, also die maximale Leistung beziehen. Diese Betriebszustände sind bei beiden Arten von Sendern die normalen.

Das Problem der Frequenzkonstanz ist beim Kurzwellensender noch schwieriger, weil eine gleiche absolute

Zahlentafel 1. Senderdaten[2].

Stufe		I	II	III	IV	V	VI	VII
				Rundfunksender.				
$U_a I_a$ ...	W	1,5	3,3	480	1000	2400	27 600	318 000
N_T	W	0,5	2	150	600	850	9 000	110 000
η_R	%	33	60	31	60	30 (60)	33 (66)	35(70)
N_H	W	2,5	2,5	264	264	512	7 700	70 000
r_L			4	70	4	1,4	10,5	12
Bezeichnung		Steuer	Trenn.	Verst.	Verst.	Mod.	Verst.	Verst.
				Kurzwellensender.				
$U_a I_a$ ...	W	4	8	20	234	1050	8 100	79 000
N_T	W	1	1	5	80	450	5 000	50 000
η_R	%	25	12,5	25	34	43	62	64
N_H	W	2,2	2,2	4,4	50	270	1 930	7 700
r_L			1	5	16	5,6	11	10
Bezeichnung		Steuer	Verdopp.	Verd.	Verst.	Verd.	Mod.	Verst.

Frequenzgenauigkeit eine viel größere prozentuale Genauigkeit erfordert. Deshalb wird auf die Rückwirkungsfreiheit noch größerer Wert gelegt. Der Wirkungsgrad beim Kurzwellensender ist allgemein schlechter, weil hier eine Röhre schon nicht mehr als konzentriertes Schaltelement wirkt, sondern eher mit einer Leitung zu vergleichen ist. Außerdem läßt sich das erste Rohr schwer genügend stabil in der Betriebsfrequenz erregen, so daß öfters die Frequenz verdoppelt werden muß, wobei der Wirkungsgrad auf das $1/\sqrt{2}$fache sinkt. Im übrigen gelten aber für den Kurzwellensender alle Überlegungen ebenso wie für den Rundfunksender.

Als Gesamtwirkungsgrad des Senders ergäbe sich für die Trägerwelle 15,6 %. Diese Zahl hat aber wenig Bedeutung, denn das Ziel eines Senders ist nicht wie beim Kraftwerk Energieübertragung. Bei Modulation wird der Wirkungsgrad der Endstufe besser, nämlich:

$$\eta_M = \frac{1 + \frac{m^2}{2}}{\frac{1}{\eta_T} - \frac{m^2}{2}},$$

bei 100prozentiger Modulation also $\eta_{ges} = 25{,}4\,\%$. Die Mehrleistung der Hochfrequenz wird dabei allein aus dem verminderten Anodenverlust des letzten Rohres genommen (s. Abb. 3).

[2] Sämtliche Daten sind mir freundlicherweise von Herrn Obering. Kummerer (Telefunken) zur Verfügung gestellt worden.

Die hochalpinen Wasserkräfte im Rahmen der mitteleuropäischen Stromversorgung.

Von Prof. E. Mattern, Berlin-Charlottenburg.

Übersicht. Die hochalpinen Wasserkräfte werden allgemein hinsichtlich Menge und geographischer Verteilung gekennzeichnet und die charakteristischen Besonderheiten der Kraftwirtschaft im Hochgebirge besprochen (Wasserabfluß, Gefälle, hydraulische Kraftsysteme). Ihrer überragenden Bedeutung für die Stromerzeugung entsprechend werden anschließend die hochalpinen Speicher ausführlich behandelt. Der letzte Teil des Aufsatzes befaßt sich mit der Einfügung der hochalpinen Wasserkräfte in die mitteleuropäische Stromversorgung, wobei die Fernleitungen und die Energiekosten eine besondere Rolle spielen.

1. Allgemeines.

Der Ausbau der hochalpinen Wasserkräfte hat in der Hauptsache erst nach dem Kriege eingesetzt, abgesehen von kleineren Kraftwerken in der Schweiz von einigen tausend PS in 1200 bis 2100 m Meereshöhe, wie Zermatt, Göschenen, Silvaplana usw., und mehreren Anlagen in Italien und Frankreich, die vor und während des Krieges aus der Not der Zeit infolge Kohlenmangels entstanden sind. Die am meisten an der hochalpinen Wasserkraftwirtschaft beteiligten Länder sind die Schweiz, Österreich, Italien und Frankreich. Deutschland grenzt an diese Bezirke heran, ohne einen eigentlichen Anteil daran zu haben. Es bietet sich bei uns wenig Gelegenheit, solche Wasserkräfte zu erschließen. Unser einziges Hochgebirge liegt im südlichen Bayern und erreicht als größte Höhe 2964 m (Zugspitze) mit nordwärts steil abfallenden Hängen. Das Walchenseewerk wird zwar aus diesen Höhen gespeist, liegt aber selbst mit seiner Wasserfassung auf etwa 800 m[1], das Kraftwerk in 600 m Meereshöhe. Im Zusammenhang mit ihm und als Ergänzung seines Ausbaues waren zwar einige Talsperren geplant, die an den oberen Nebenflüssen der Isar mit einer Höhenlage von 1050 bis 1250 m in das hochalpine Gebiet hineinragten, doch sind diese Pläne, an deren Prüfung der Verfasser gemeinsam mit Prof. Dr. Ludin s. Z. mitarbeitete, bisher nicht ausgeführt worden[2].

Die gesamte mögliche Jahreswasserkrafterzeugung in Mitteleuropa einschl. der skandinavischen Länder kann man auf 190 Mrd kWh schätzen (Zahlentafel 1), davon entfallen auf die Hochgebirge in den kontinentalen Ländern Österreich, Schweiz, Italien, Frankreich und Spanien etwa 60 ... 62 Mrd kWh, und rd. drei Viertel hiervon mit zusammen 45 ... 46 Mrd kWh mögen als hochalpin zu bezeichnen sein[3]. Der gesamte Stromverbrauch (Erzeugung) Mitteleuropas betrug 1931 rd. 62 ... 64 Mrd kWh, könnte also zu drei Viertel allein aus den hochalpinen Wasserkräften bei guten Speichermöglichkeiten und Spitzenenergien gedeckt werden. Genauere Studien würden weitere Aufschlüsse bringen. Diese Zahlen sollen nur einen ungefähren Anhalt geben. Die gegenwärtige tatsächliche Jahreserzeugung der hochalpinen Wasserkraftanlagen in den kontinentalen Ländern beträgt etwa 4,4 Mrd kWh.

Zahlentafel 1. Stromverbrauch und -erzeugung und hochalpine Wasserkräfte in Mitteleuropa.

Länder	Stromverbrauch (Erzeugung) um 1931 Mrd kWh	davon können gedeckt werden aus Wasser- Kraft %	Wärme- Kraft %	mögliche Gesamtwasserkrafterzeugung Mrd kWh	Hochgebirgswasserkräfte, mögliche Jahreserzeugung Mrd kWh	hochalpine Wasserkräfte, mögliche Ausbauleistung Mill kW	mögliche Jahreserzeugung Mrd kWh	z. Z. tatsächliche Jahreserzeugung Mrd kWh
Österreich . .	1,5 (1928)	67	33	20	13 ... 14	3 ... 4	10 ... 11	0,3
Schweiz . . .	5,5 (1929/30) (einschl. Ausfuhr)	99 ... 99,5	0,5 ... 1,0	20	12	1,0	3,3	1,8
Italien	11 (1930)	97 ... 98	2 ... 3	22 (ältere Schätzung, neuerdings bis 32 angegeben)	15 (neuerdings höher bis 24 angegeben)	5,0	15	1,2 (neuerdings höher angegeben)
Frankreich . .	13,5 (1928)	40	60	20 (neuerdings bis 30 beziffert)	16	4 ... 4,5	12	1,0
Spanien . . .	—	—	—	15	4 ... 5	1,2	4	0,1
Deutschland .	25 (1928)	10 ... 14	86 ... 90	25	—	—	—	—
Norwegen . .	4,0	95	5	50	—	—	—	—
Schweden . .	4,8	80	20	32	—	—	—	—
insgesamt .	62 ... 64			190	rd. 60 ... 62	15 ... 16	45 ... 46	4,4

[1] Genaue Beschreibung s. Z. VDI Bd. 67, S. 1 (1923); Zbl. Bauverw. Bd. 43, S. 205 (1923); ETZ 1924, S. 307.

[2] E. Mattern, Ausnutzung der Wasserkräfte, 3. Aufl., S. 382. Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig.

[3] Über die geographische Verteilung der Energiequellen Europas und des Verbrauchs elektrischer und mechanischer Energie in Europa s. ETZ 1927, S. 1522. Vgl. auch Wasserwirtsch. (Wien) Bd. 25, S. 213 (1932).

Der große Aufschwung der Wasserkraftwirtschaft in den vorerwähnten Ländern und im sonstigen Auslande dürfte neben andern Ursachen vor allem darauf zurückzuführen sein, daß dort im wesentlichen private Kraftgesellschaften arbeiten.

2. Die Kraftwirtschaft im alpinen Hochgebirge.

Wassermenge und Gefälle geben die Leistung einer Wasserkraftanlage. Aber es kommt sehr darauf an, wie diese Größen zusammen wirken. Die Art des Wasserabflusses ist für den Aufbau und die Wirkungsweise der Kraftwerke als Lauf- oder Spitzenwerke ausschlaggebend. Doch nicht nur die Wassermenge sondern auch das anschließende Gefälle und seine Fassung sind von kraftwirtschaftlicher und wirtschaftlicher Bedeutung.

W a s s e r m e n g e. Die Hochgebiete, die die Grenze zwischen der Schweiz, Frankreich und Italien sowie Österreich und Italien bilden, weisen große Niederschlagshöhen auf. Nach den Untersuchungen von L ü t s c h g[4] fallen im Montblanc-Gebiet bei 3150 m Meereshöhe i. M. 3100 mm Jahresniederschlag, am Monte Rosa (3390 m Höhe) 3930 mm, im Jungfrau-Gebiet (Mönchsgrat 3810 m) i. M. 3860 mm, im Grimsel-Gebiet (Ober-Aarjoch 3310 m) i. M. 2590 mm, am Rhone-Gletscher (Scheidfluh 2800 m) i. M. 2400 mm. Nach Osten zu nehmen die Niederschlagshöhen etwas ab, um dann südlich von den Hohen Tauern und dem Drau-Fluß auf der österreichisch-italienischen Grenze wieder über 2500 mm anzusteigen[5]. In den Hohen Tauern betragen die Jahresniederschläge längs des Grates bis 2500 mm, im übrigen 1600 bis 2000 mm; dann verringern sie sich ostwärts erheblich. Nach den nördlichen Voralpen, wie am Nordabhange der Hohen Tauern, ebenso auch im Süden nach der italienischen Ebene fallen die Niederschläge schnell ab auf 1000 bis 1200 mm. Die Gletscher nehmen z. T. bis mehr als 40 % der Einzugsflächen ein.

Unmittelbare Messungen des Abflusses in den in Frage kommenden Gebirgsflüssen sind bisher im ganzen wenig vorhanden. Wenn schon unsere Kenntnis darüber im Flachlande und im Mittelgebirge lückenhaft ist, so ist dies im alpinen Hochgebirge noch mehr der Fall. Es liegt hier ein noch sehr wenig erforschtes Wissensgebiet vor. Einiges Material haben neue Vorarbeiten und Untersuchungen in der Schweiz, Italien und Österreich gebracht. Aus diesem Grunde heraus erklären sich auch die starken Abweichungen der Annahmen, die man im Schrifttum und selbst in Entwurfstücken trifft, und die z. T. auf Niederschlagbeobachtungen, auf Berechnungen mittels Abflußbeiwerten, aber nur selten auf unmittelbaren Abflußmessungen beruhen. Je höher die Lage und je kleiner das Einzugsgebiet, um so größer ist der Abfluß von der Flächeneinheit. Es kann hier auf dieses umfangreiche und wichtige Gebiet nicht näher eingegangen werden. Nur weniges sei bemerkt[6].

Der Abflußbeiwert ist in den Hochgebirgen i. a. ein großer, da Versickerung und Verdunstung zurücktreten. Man rechnet auf Grund verschiedener Forscherarbeiten und sonstiger Unterlagen mit einer Abflußziffer bis 80 %. Daraus ergibt sich bei den obenerwähnten Jahresniederschlagshöhen eine bedeutende Abflußmenge. Das Verhältnis des Wasserabflusses im Winter und Sommer ist ein schroffes und geht in vergletscherten Gebietsteilen etwa bis auf 1 : 20. Der Abfluß sinkt im Hochgebirge im Winter auf 1 $l/s\,km^2$, ja noch weniger, und beträgt während der ganzen 7 Monate Oktober bis April in einem vergletscherten Gebiet i. M. etwa 8 $l/s\,km^2$. Der mittlere monatliche Sommerabfluß steigt vielfach auf 100 bis 200 $l/s\,km^2$, in einzelnen Gebieten zeitweise auf mehr als 400 l, bei starken Gletscherschmelzen in den Spitzen bis 600 $l/s\,km^2$. Der Sommerabfluß beträgt 80 ... 90 % des Jahresabflusses. Das höchste Hochwasser erreicht bis 4000 $l/s\,km^2$ (Rhonegebiet).

Selbst wenn man sich ein mäßiges Ziel setzt, um z. B. 20 $l/s\,km^2$ Kraftwasser zu sichern, so ergibt sich schon für 1 km^2 des Niederschlagsgebietes ein Fehlbetrag oder Stauraum zum Ausgleich von etwa 220 000 m^3, bei 40 l/s je km^2 von rd. 580 000 m^3. Wenn man nun den natürlichen Wasserhaushalt künstlich beeinflussen will, so ist ohne weiteres ersichtlich, daß dieses nur mittels großer Speicherungen geschehen kann. Wenn es sich z. B. um ein ganzes Hochgebirgsgebiet von etwa 2000 km^2 Größe handelt, da würde man je nach der Art der meteorologischen Verhältnisse, im besonderen der Trockenheit im Winter, und nach dem Ziele für Kraftwassergewinnung einen Stauraum von etwa 500 ... 1000 Mill m^3 nötig haben.

Für die Sammlung des Wassers kann man zwei technische Hauptarten unterscheiden:

1. Zusammenfassung durch Abfangung von Hochgebirgsflüssen oder -seen und Überleitung nach Speichern und einem oder mehreren Kraftwerken,

2. Zusammenfassung der Hangwässer (Runsen) und Grundwässer durch Sickergräben und Hangkanäle und Überführung zur Speicherung und Kraftgewinnung. Dabei können hochgelegene Karseen (Beckenbildungen der Eiszeit) in die Systeme mit eingeflochten werden.

D i e G e f ä l l v e r h ä l t n i s s e i m H o c h g e b i r g e. Die Gewinnung von Gefällhöhen im Hochgebirge geschieht durch entsprechende Einrichtungen wie bei Kraftanlagen überhaupt, also durch Aufstauung an Wehren, in Kanälen, Stollen, Rohrleitungen, durch Vereinigung dieser Mittel oder auch durch Anzapfung und Aufstauung natürlicher Seen sowie durch Anstauung in künstlichen Sammelbecken.

Die großen natürlichen Gefälle des Hochgebirges, insbesondere in den Quertälern, haben dort, wo eine einheitliche Zusammenfassung aus örtlichen Gründen angebracht erschien, vielfach zu senkrechter Staffelung geführt, indem das Gefälle an geeigneten Geländestellen gebrochen und das Wasser in einzelnen Kraftstufen mehrfach genutzt wird. Man hat es aber auch ermöglicht, das Kraftwasser verschiedener Niederschlagsgebiete, ja ganzer Gebirge durch Umleitung auf besonders günstige Gefällstufen zu vereinigen. Dieses Verfahren hat sowohl bei Laufkraftwerken Anwendung gefunden als auch im besonderen bei dem Ausbau von Speichern mit gleicher Höhenlage, die durch ausspiegelnde Stollen eine Betriebsgemeinschaft bilden können.

Der Plan des Tauernwerkes z. B. zeigt eine künstliche Erweiterung und Vergrößerung der Niederschlagsgebiete der Staubecken in doppelter Weise: einmal dadurch, daß die oberen Einzugsgebiete zweier Flüsse, des Stubaches und der Kapruner Ache, durch einen Stollen zusammengefaßt werden, und dann sollen durch Hangkanäle, Stollen und Düker in etwa 2100 ... 2200 m Meereshöhe die Wässer aus dem Drau- nach dem Salzachgebiete gebracht werden. Auf diese Weise kann man einen großen Wasservorrat gewinnen, der jedoch des Ausgleiches bedarf.

Die Gefälle sind an der Südseite der Alpen sehr stark. Sie überwiegen die der Nordseite wenn nicht an Höhe, so doch an Zahl nutzbar zu machender Abstürze. Steilgefälle von 500 ... 1000 m sind in den italienischen Alpen nichts Seltenes, dazu in sehr engen hohen Schluchten, die für die Form der Bogentalsperren beste Voraussetzung bieten, also eine für die Kosten günstigere Bauweise, als es die Schwergewichtsmauer ist, ermöglichen. 40 % der Hochdruckanlagen nutzen hier Gefälle über 300 m. Die Zerklüftung der italienischen Alpen bietet überdies zur Zusammenfassung ganzer Flußgebiete und Gebirgsabflüsse mittels Überleitungen des Wassers, also zu bedeutenden Kraftballungen, reichlich Gelegenheit, obwohl hier bisher viel das dezentralisierende System eine Stätte gefunden hat.

Abb. 1 veranschaulicht eine kennzeichnende hochalpine Talsperren- und Wasserkraftanlage dieser Art in Italien[7] (Kraftsystem im Ossola-Tale, Oberitalien). Aber auch die Nordabhänge haben hohe Gefälle. Beim Grimselwerk werden auf 7 km 600 m bzw. auf 20 km 1260 m erschlossen. Im Stubachtale (Hohe Tauern) ist auf 18 km ein Gefälle von 1250, im Kapruner Tale auf 11 km ein solches von mehr als 1400 m vorhanden. Auch bei den Westtiroler Kraftwerken können Gefällhöhen bis fast 1000 m auf kurzer Strecke (8 km) gewonnen werden.

D i e S p e i c h e r w i r t s c h a f t. Es stehen sich gegenüber hydraulischer und elektrischer Zusammenschluß. Für das Hohe-Tauern-Gebirge ermöglichen zwei neuere Entwürfe einen lehrreichen Vergleich dieser beiden Systeme: der Plan der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft und der der ÖKA (Österreichische Kraftwerke AG., Linz)[8]. Dort findet eine Ballung der Kraftmasse in wenigen Zentralen, ja man kann sagen, auf einem Punkte statt, und von hieraus werden die Energien ferngeleitet.

---

[4] Erforschung der Niederschlagsverhältnisse des Hochgebirges 1928, S. 7. Sonderdruck aus Ann. Schweiz. Meteor. Zentralanstalt, Zürich 1930.

[5] Nachrichtenbl. d. Österr. Kraftwerke AG., Linz, II. Sonderheft, S. 26.

[6] Aus Untersuchungen des Verfassers über die technische Ausführbarkeit des Planes zur Ausnutzung der Wasserkräfte der Hohen Tauern, im Auftrage der Direktion der Allgemeinen Elektricitäts-Gesellschaft zu Berlin, Mai 1930.

[7] Näheres s. Installations Hydroélectriques en Italie, Milan 1926, S. 52. Verlag Stucchi Ceretti, woher auch die Abbildung entnommen ist.

[8] Vgl. ETZ 1931, S. 669 u. 1231.

Bei dem elektrischen Zusammenschluß wird die Erzeugung auf eine Reihe von Gesamtwerken mit Unterteilung des Einzugsgebietes und der Gefällhöhen verteilt und der Strom durch eine Ringleitung zusammengeführt. Das letztere ergibt vielleicht einen billigeren Ausbau, aber kaum einen so sicheren und geschlossenen Betrieb wie die hydraulische Speicherung. Zudem treten starke Stromverluste auf, die größer sein können als die Energieverluste durch Undichtigkeit und Reibung in den Rohrleitungen. Hier ein Großbetrieb in einem oder wenigen Werken, dort eine Verzettlung auf viele Stellen, Verwicklungen, Erschwernisse und Verteurung, auch durch kostspielige Unterhaltung, u. a. der Hochspannungsleitungen im Hochgebirge. Ein Vorteil der elektrischen Zentralisierung liegt zwar in der gegenseitigen Aushilfe der Werke bei Störungen. Dieser Umstand hat aber bei großen Überlandunternehmungen, die mit einer Verbundwirtschaft von Wasser- und Wärmekraft arbeiten, keine wesentliche Bedeutung. Ein allmählicher, dem wachsenden Kraft- und Strombedürfnis angepaßter Ausbau ist in beiden Fällen gungstrecken der stoßweise wirkenden Spitzen vielfach aufwiegen, während im Sommer der Wasserstrom, außer bei Bahnkraftwerken, gemeinhin nur den Wert von Laufstrom hat. Die allgemeine Auffassung neigt jedenfalls dahin, die hochalpinen Speicher zu Spitzenwerken auszubauen. Der Kraftwerkausbau bevorzugt dabei große Maschineneinheiten. Bei den hochalpinen Wasserkräften ist gerade die Deckung des Bedarfs in den Wintermonaten eine erste Frage, und man hat aus der Wasserkraftwirtschaft der Schweiz erkannt, daß ein in ausreichender Menge durch Speicherung gesicherter Winterstrom ein belebendes Moment für die Steigerung des Verbrauches ist. Auch in Frankreich hat sich neuerdings der Grundsatz durchgesetzt, sehr große Speicher zu bauen und Hochspannungsnetze für Spitzenenergie einzurichten zur Lieferung auch aus sehr abgelegenen Wasserkraftwerken nach den Verbrauchsmittelpunkten[9].

Wollte man den Grundsatz gelten lassen, die Wasserkräfte nur als Jahresgrundlast zu benutzen, und Speicherwerke mit Talsperren, Pumpspeicherungen oder andere Aus-

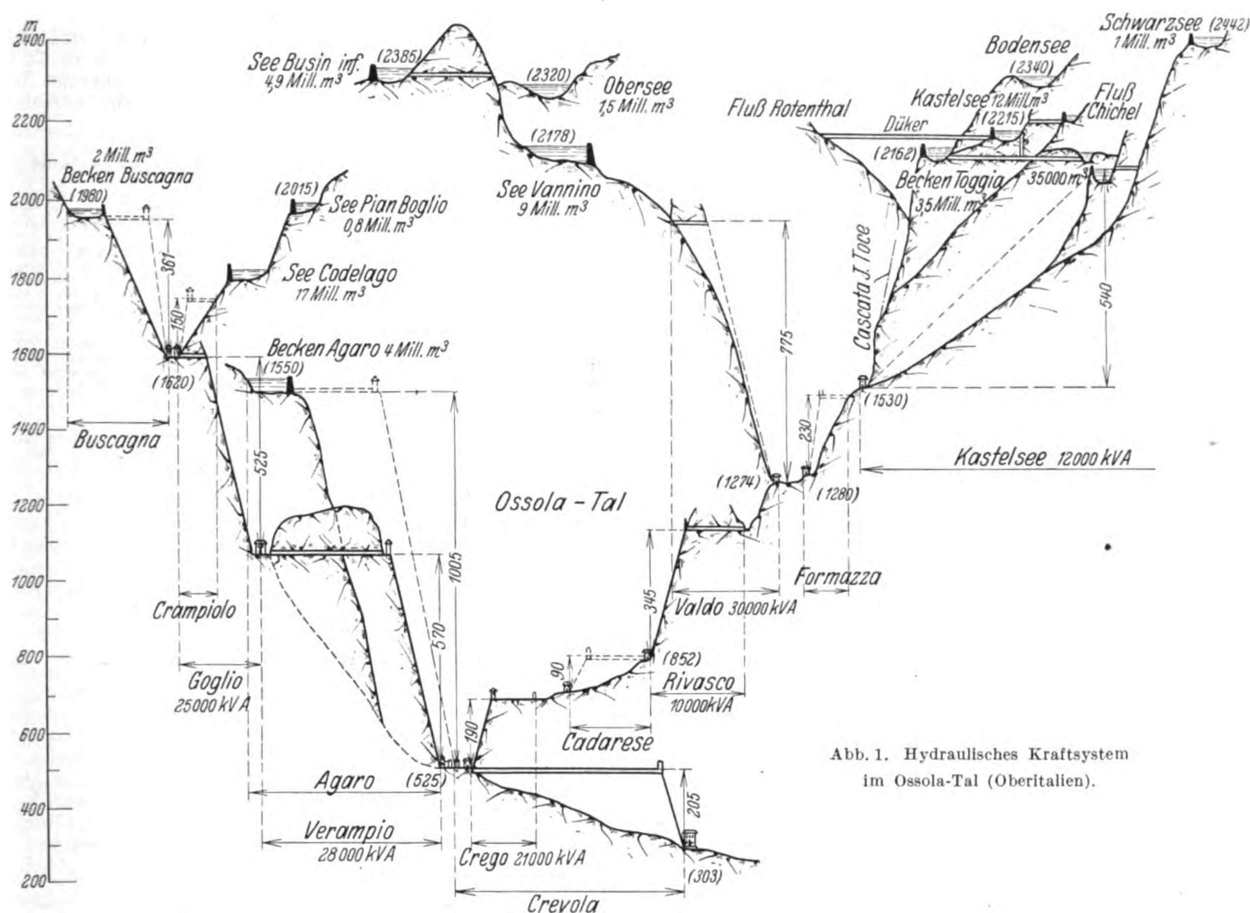


Abb. 1. Hydraulisches Kraftsystem im Ossola-Tal (Oberitalien).

möglich. Grundsätzlich bringt der hydraulische Verbundbetrieb, wo er nach den Geländeverhältnissen möglich ist, ein einfacheres System für den Bau und Betrieb als der elektrische, und dieser verbilligende Grundsatz dürfte bei großem Umfang der Wasserkräfte von Einfluß, ja u. U. ausschlaggebend sein, sofern nicht der Einzelfall ein anderes bedingt. Die elektrische Zusammenfassung spielt als solche eine Rolle in der Stromversorgung ganzer Länder oder Erdteile, und man kann sie in diesem Betracht als eine Energieschaltung höherer Ordnung auffassen.

Die elektrische Energie und Wärme kann in großen Massen nicht gespeichert werden. Soweit sich nicht ein Weg durch Betriebs- und Tarifmaßnahmen findet, können für den Ausgleich also nur große Wasserspeicher oder Wärmekraftwerke in Betracht kommen. Über die zweckmäßigste Gestaltung der Energiewirtschaft, ob z. B. die hochalpinen Wasserkräfte, die mit Speichern ausgerüstet sind, zu Lauf- oder Spitzenkräften verarbeitet werden sollen, gehen die Auffassungen auseinander.

Gegen Spitzenkräfte, deren hoher Wert nicht verkannt werden kann, spricht bisweilen die entfernte Lage zu den Verbrauchsgebieten. Doch werden die hohen Preise der Spitzenkraft die Mehrkosten für die langen Übertra-hilfen nur örtlich in den Verbrauchsmittelpunkten zu errichten, was an sich im gegebenen Falle ja zweckmäßig erscheinen mag, so würde der Ausbau speicherfähiger Gebirgswasserkräfte, die abseits vom Gebrauch liegen, unmöglich oder nicht einträglich werden. Man wird aus ihnen möglichst viel Jahresgrundlast, aber auch Spitzenkraft herausholen müssen. Die Alpenhochspeicher werden überwiegend Saisonspeicher mit nur einmaliger Füllung sein müssen, die im Sommer den Überfluß sammeln und im Winter Kraftwasser liefern. Das Ziel bei einer räumlichen Verteilung der Ausbaumöglichkeiten auf verschiedene Täler geht oft dahin, ein System von Einzelbecken zu einer wasserwirtschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Einheit und zentralisiertem Betrieb zusammenzuschmelzen. Dadurch kann im Winter eine Steigerung bis auf das Fünffache und mehr des Jahresmittelwassers erreicht werden. Gleichmäßig arbeitende Grundkraft muß mit der gleichsam stoßartig eingeschalteten Spitzenkraft zusammenwirken. Die Speicherwerke werden im Sommer bisweilen ganz stillgelegt. Auch die Flußwasserkräfte am oberen Rhein, an der oberen Donau in Bayern und Öster-

[9] Wasserkr.-Jb. 1930/31, S. 54.

reich, an der Drau und unteren Isar usw. können neben den Wärmekräften im Winter zur Unterstützung der hochalpinen Kräfte herangezogen werden.

Diese mögliche umwälzende Beeinflussung des Abflußvorganges im Hochgebirge hat man erst in neuester Zeit bei den Bemühungen für eine kontinentale Stromversorgung erkannt. Erstrebt wird dabei also die Speicherung ganz großer Wassermassen in hochgelegenen Staubecken, soweit dies die natürlichen Verhältnisse (Abfluß, Geländegestaltung) sowie Art und Umfang des Kraftbetriebes ermöglichen, und die Erschließung sehr hoher Gefälle von den Neben- und Quertälern nach den Hauptlängstälern. Die auf diese Weise gewonnenen, meist sehr ansehnlichen Kraftmengen können mit Erfolg teilnehmen an der beginnenden Entwicklung einer europäischen Großenergiewirtschaft aus Wasser- und Wärmekraft. In diesem Betracht erscheinen die hochalpinen Wasserkräfte bedeutsamer als die Wasserkräfte im alpinen Vorlande und im Mittelgebirge.

In der hochalpinen Lage über 2000 m geben die Nordabhänge der Alpen die Möglichkeit zu größeren Speicherungen als die Südseite. Das zeigt sich ausgeprägt in den Hohen Tauern. Der Westabhang der Hochalpen scheint ebenfalls für die Errichtung kleiner künstlicher Speicher und Seereglungen wohl geeignet, weniger für große Stauwerke. Während in der Schweiz an der Nordseite in der Meereshöhe von 2000 m die Grimselsperre mit mehr als 100 Mill m^3 Stauraum, andere Becken mit 30 bis 50 Mill m^3 gestaut werden konnten, sind die zahlreichen Alpenspeicherungen in Italien nur vereinzelt bis 50 Mill m^3 groß, halten sich aber überwiegend bei wenigen Mill m^3, die überdies meist nur mit beträchtlich hohen Staumauern gewonnen werden können. Das große Sammelbecken von St. Croce in Oberitalien mit 120 Mill m^3 liegt in 390 m Meereshöhe. Der gesamte ausgebaute Speicherraum Italiens wird bis Ende 1931 zu 1503 Mill m^3 beziffert[10], davon befinden sich mehr als 300 Mill m^3 in den Alpen. Allerdings sind im Hochgebirge Speicherungsmöglichkeiten, nach denen man heute eifrig sucht, begehrte Vorzüge. Zu Großspeichern geeignete Talböden in dem Umfange, wie sie die Hohen Tauern bieten, gehören jedoch zu den Seltenheiten. Es können hier am Tauernmoos-, Moserboden und Wasserfallboden zusammen etwa 450 Mill m^3 in einer Meereshöhe von 1600...2000 m, insgesamt mit anderen Tälern dieses Gebirgsgebietes 900 ... 1000 Mill m^3 erschlossen werden. Diese Talböden bilden tiefe Wannen zwischen hohen Steilhängen mit z. T. sehr engen Abflußstellen als Wasserfassung. Nicht ungünstig liegen auch die Staumöglichkeiten in den Tälern des oberen Inngebietes[11].

D e r E n e r g i e i n h a l t d e r H o c h g e b i r g s p e i c h e r. Die Bedeutung der Speicher tritt im hochalpinen Gebirge gegenüber dem Mittelgebirge wegen der hohen Steilgefälle, wie schon oben betont wurde, hervor. Der Ausbau solcher Speicher ist zwar an sich teuer, aber die Kosten wachsen verhältnismäßig wenig, wenn noch vermehrte Aufwendungen für Druckleitungen, Stollen und Maschinen hinzukommen, um aus einem Laufwerk von rd. 8800 Jahresstunden ein Spitzenwerk mit der Hälfte oder einem Drittel und weniger Benutzungstunden zu machen. Man kann im Hochgebirge schon mit kleinen Speichern viel Energie erreichen, und je höher das Gefälle ist, um so kleiner kann ihr Inhalt sein. Aber man wird unabhängig davon diese Speicher tunlichst so groß machen, sofern die Örtlichkeit es gestattet, daß der ganze Sommerabfluß, ja Jahresabfluß aufgespeichert werden kann. Denn Bedarf an Kraft ist im Winter immer vorhanden, wie wir oben dargelegt haben. In Österreich waren Ende 1929 174 Mill m^3 Speicherraum, mit 168 Mill kWh Arbeitsenergie vorhanden, das sind nur 6,7 % des Jahresarbeitsvermögens der österreichischen Wasserkräfte um diese Zeit. Der Speicherraum ist also recht klein, und man müßte nach neueren Untersuchungen[12] 30 ... 50 % des gesamten Energiebedarfes eines Landes aufspeichern. Der Energieinhalt der z. Z. vorhandenen schweizerischen Speicher wird bei voller Füllung zu 422 Mill kWh = 9,5 % der gesamten möglichen Jahresarbeit der Wasserkraft des Landes, für Italien der Energieinhalt der Speicher auf 10 % der Jahresarbeit aller Wasserkräfte angegeben[13]. In den Hohen Tauern ist von dem Gebiet über 2000 m Meereshöhe der Jahresabfluß etwa 2,84 Mrd m^3, der Sommerabfluß 2,6 Mrd m^3. Nach meinen Ermittlungen müßte für eine vorteilhafte Kraftwirtschaft ein Speicherraum von mehr als 800 Mill m^3, das sind 25 % des Jahresabflusses in diesen Hochtälern gespeichert werden. Dabei ist von der Annahme ausgegangen, daß der Winterabfluß nur dazu dienen soll, die Verluste in den Staubecken durch Versickern und Verdunsten zu decken. Zum Nachweis, wie vorteilhaft sich die hochalpinen Speicher in die kontinentale Kraftwirtschaft einpassen, sei folgendes angegeben:

Der große kraftwirtschaftliche Wert der Hochgebirgsfläche wird klar, wenn man sich ihren Energiehaushalt, der eine wesentliche Grundlage, ja das Rückgrat dieser Wasserkraftnutzung ist, zahlenmäßig vergegenwärtigt. Der Gütegrad der Beckenform drückt sich durch das Verhältnis aus $\eta_1 = J/F\,h$, wenn J der nutzbare Stauinhalt, F die Stauoberfläche und h die Stauhöhe über Talsohle ist. Der Gütegrad des Beckeninhaltes, d. h. der Gewinn an Stauraum durch 1 m^3 Mauermasse, ist $\eta_2 = J/M$, wenn M die Gesamtmauermasse der Sperrmauer bezeichnet. Der Gütegrad η_3 des Arbeitsgewinnes aus den Speichern ist die Beziehung zwischen dem Arbeitsgewinn A aus dem gespeicherten Wasser und der Mauermasse M für das Absperrbauwerk und gibt an, wieviel Kilowattstunden auf 1 m^3 Mauermasse bei einmaliger Abarbeitung des Staubeckeninhaltes gewonnen werden. Demnach ist $\eta_3 = A/M$ und der Arbeitsgewinn A die aus der gespeicherten Wassermenge und der anschließenden Gefällhöhe erzielbare Kraftleistung.

Z a h l e n t a f e l 2. Gütegrade von Staubecken in Mitteleuropa.

	Meereshöhe	Stauinhalt	Gefälle	Wirkungsgrade: Beckenform	Wirkungsgrade: Beckeninhalt	Wirkungsgrade: Arbeitsgewinn
	m	Mill. m^3	m	η_1	η_2	η_3
Alpines Hochgebirge						
Barberine	1 888	39	773	39	190	520
Grimsel	1 909	113	1 216	39	250 ... 300	700
Tauernmoosboden (vorhandene Sperre)	2 003	21	531	57	765	900
Plan der AEG Tauernmoosboden	2 080	200	400[1] 1 240[2]	84	100	72[1] 212[2] (für Tauernmoosboden und Moserboden zusammen)
Moserboden (2 Sperrmauern)	2 080	110	400[1] 1 240[2]	40	64	
Orglerboden (Wasserfallboden)	1 700	140	840	46	333	626
Mittelgebirge						
Solingen	147	3,1	50	36	50	6
Nordhausen . . .	443	0,8	192	28	45	18

[1] Bis Kraftwerk I am Wasserfallboden.
[2] Gesamtgefälle.

Wir erkennen aus der Zahlentafel 2, daß diese Gütegrade insbesondere für den Arbeitsgewinn bei den Hochgebirgspeichern wesentlich größer sind als bei den Staubecken im Mittelgebirge, wobei ich die unter meiner Leitung erbauten Talsperren im Rheinland und Harz zum Vergleich heranziehe. Der überragende Arbeitsgewinn erklärt sich vornehmlich aus den großen Zusatzgefällen der Hochgebirgstaubecken, der günstige Gütegrad des Beckeninhaltes aus der gedrängten glazialen Wannenform der hochalpinen Täler im Verhältnis zu ihren engen Absperrstellen.

Über die geschichtliche Entwicklung der hydraulischen Speicherwirtschaft habe ich in der Dtsch. Bauztg. Nr. 81 vom 10. X. 1925 in der Beilage „Konstruktion und Bauausführung" Nr. 21, S. 161 u. f. ausführliche Mitteilungen gemacht, worauf ich Bezug nehmen möchte.

3. Die hochalpinen Wasserkräfte und die mitteleuropäische Stromversorgung.

Wir erkannten oben die starke Zusammendrängung der Wasserkräfte in den Hochgebirgszügen (Zahlentafel 1). Diese hochalpinen Länder liegen für die kontinentale Stromversorgung günstig in Zentraleuropa, und die Natur hat hier ein für den Aufbau der Zivilisation und die Verwertung des Starkstromes als Welthandelsware bedeutsames Zentrum geschaffen.

Die bisherige tatsächliche Entwicklung zeigt ein Ausstrahlen der hydraulischen Energie von den Alpen in westlicher Richtung nach Frankreich, in nördlicher Richtung nach Deutschland. In Frankreich selbst nach dem Zentrum des Landes, sowohl vom Südosten wie vom Südwesten. Von der Schweiz und dem Südabhange der Hochalpen gehen Kräfte nach Mittelitalien, um sich mit den reichen hydraulischen Möglichkeiten der Apenninen zu ergänzen, und von Oberösterreich (Tirol, Vorarlberg)

---

[10] Installations Hydroélectriques en Italie. Associazione Elettrotecnica Italiana, Milano 1926, S. 11 usw., ferner Wasserkr.-Jb. 1928/29, S. 17, 1930/31, S. 34.
[11] Wasserwirtsch. Bd. 23, S. 221, 283, 376, 485 (1930); Wasserkr. u. Wasserwirtsch. Bd. 25, S. 118 (1930).
[12] Wasserwirtsch. Bd. 24, S. 193 (1931).
[13] Wasserkr.-Jb. 1930/31, S. 18, 34.

nach Niederösterreich und Deutschland. Von der skandinavischen Halbinsel kommen Wasserkräfte nach Süden (s. Wasserwirtschaft Bd. 25, Karte S. 215 (1932).

Deutschland ist also begünstigt durch die Möglichkeit der Zufuhr aus Norden und Süden. Für den Balkan bietet sich neben Zukunftsmöglichkeiten im eigenen Lande Aussicht für Übertragungen nach dem Herzen Europas. Grundsätzlich sollten als Richtlinie für die weitere Entwicklung Zusammenfassungen der Gewinnung hochalpiner Wasserkräfte in Großkraftsystemen der Alpen betrachtet werden, um sie auf weite Entfernungen von 500 ... 1000 km nach starken Verbrauchsmittelpunkten zu schaffen.

Bei der Fortleitung der Kräfte müssen oft hochgelegene Wasserscheiden überquert werden. Einen Aufschluß über neuere hochalpine Hochspannungsleitungen dieser Art (Betrieb und Pläne) gibt die Zahlentafel 3.

Zahlentafel 3. Hochalpine Hochspannungsleitungen in Österreich und in der Schweiz[1]

Leitungen	Höhe über Meer m	Spannung kV
	In Betrieb.	
Zwieselalm (ÖKA)	1 600	—
Arlberg (Ö. B. B.)	2 000	60
Berninapaß (Brusio-Werk)	2 250	35 ... 50
Albulapaß (Albula-Werke)	2 315	55
Gemmipaß (Bernische Kraftwerke)	2 329	50
Vorarlberg Unterer Rhein	1 050 (Krafthaus Parthennen)	220 (380)
	Pläne.	
Tauernwerk (ÖKA)		
Katschberg (Spittal-St. Johann im Pongau)	1 738 (Radstatter Tauern)	— } Nord-Süd-Verbindung 220
Felbertauern (durchs Iseltal)	2 545	—
Über Glocknerstraße	2 576	—
St. Bernhard	2 472	130
Splügenpaß	2 177	150

[1] z. T. nach Wasserwirtsch. Bd. 24, S. 219 (1931). Näheres über die Hochgebirgsleitungen Italiens s. Installations Hydroélectriques en Italie, Milan 1926, S. 163. Verlag Stucchi Ceretti.

Die Nutzbarmachung dieser in Europa vorhandenen hochalpinen Wasserkräfte ist aber heute noch im wesentlichen national begrenzt. Der vollen Ausbeute über die politischen Grenzen der Länder hinweg werden durch völkische Interessen bedingte Grenzen gezogen, die zu mildern und möglichst zu beseitigen die Weltkraftkonferenz, wie wir wissen, zu einer ihrer großen Aufgaben gemacht hat. Diesem Vorgehen der Ingenieure und Volkswirte stehen leider die Länder mit ihren besonderen wirtschaftlichen und industriellen Interessen, gesetzliche, politische und nationale Gegebenheiten, Zollschranken, Währungsverhältnisse, Handelsbilanzen, die Sorge um die Selbständigkeit der Energieversorgung u. a. m., oft in starkem Maße entgegen. Man hielt auf der Weltkraftkonferenz Basel 1926 die europäischen Länder noch nicht für reif für die Erledigung dieses Austausches im großen Umfange[14].

Zu den Überschüssen an Wasserkräften einschl. der hochalpinen in den einzelnen Ländern sei nur kurz bemerkt, daß die Schweiz zu den 1926 bereits erzeugten 3 Mrd kWh noch weitere 10 ... 15 Mrd kWh zu liefern imstande wäre[15], die zum großen Teil der Ausfuhr dienen könnten. Die Schweiz führte 1929/30 fast 1000 Mill kWh aus bei 5,5 Mrd kWh Gesamterzeugung. Österreich hat nach Deckung des eigenen Bedarfs etwa 5 ... 6 Mrd kWh zur Verfügung. Italien glaubt die hydraulischen Energien im eigenen Lande verbrauchen zu können, die Ausfuhrmöglichkeit gilt als ganz gering, im Gegenteil, es scheint für die Zukunft Einfuhrbedarf vorhanden zu sein. Die Einfuhr betrug 1930 rd. 1,5 % der gesamten Stromerzeugung. Allerdings liegen gegenwärtig die Kraftverhältnisse so, daß man bei 4,2 Mill kW Ausbauleistung 13 Mrd kWh erzeugen kann, die durch die Wirkung der Speicher ziemlich gleichmäßig abgegeben werden können, aber bei gegen bisher verringertem Verbrauch eine Jahresüberschußmenge von einigen Mrd kWh hat. Ähnliches gilt für Frankreich, das allerdings in einigem Umfange Belgien versorgt. Es führte bei einem Gesamtverbrauch von 13,5 Mrd kWh (1928) 510 Mill kWh ein, 75 Mill kWh aus. Weitere Überschußgebiete sind der Balkan, Norwegen und Schweden. Aus Norwegen plant man den Überschuß an Wasserkräften nach Deutschland zu übertragen. Es kommt die Lieferung von etwa 5 Mrd kWh auf 1000 km Entfernung (Westnorwegen bis Lübeck) mit 220 ... 380 kV in Betracht[16].

Die Zahlenangaben, die man im Schrifttum findet, bewegen sich in großen Schwankungen, deshalb nehmen wir von näheren Angaben Abstand und bemerken nur, daß der gesamte elektrische Energieaustausch, der 1926 erst rd. 800 ... 1000 Mill kWh betrug, für 1931 schon zu mehr als 1700 Mill kWh angegeben wird[17].

Kosten.

Das geplante Tauernwerk will die hochalpine Kraft infolge des günstigen Einflusses der Speicher zu 1,8 Pf/kWh in Mitteldeutschland liefern[18]. Nach den erwähnten Berechnungen über norwegische Kräfte soll der Strom mit voller Jahresausnutzung in Deutschland zu 1,5 Pf/kWh zur Verfügung gestellt werden. Nach den Plänen Olivens über die Großkraftlinien Europas werden 1,5 bis 1,6 Pf/kWh an den Umspannstellen als Gesamtkosten nach Fernübertragung ermittelt[19]. Bei den schweizerischen hochalpinen Speicherwerken stellen sich nach den Betriebsergebnissen bei Ausnutzung der gesamten Jahresenergie in 3000 ... 4000 Benutzungsstunden die Kosten im Mittel von 7 Werken auf 1,57 Pf/kWh, bei Ausnutzung der 6monatigen Winterenergie mit etwa 1000 ... 2400 Benutzungstunden im Mittel von 11 Werken auf 3,4 Pf/kWh in Hochspannungsform am Kraftwerk[20]. Der durchschnittliche Erlös der Elektrizitätsausfuhr aus der Schweiz betrug im Jahre 1930 1,72 Pf/kWh[21]. Zur Beurteilung der Lage in den deutschen Mittelgebirgen sei bemerkt, daß sich nach meinen Berechnungen auch aus den Talsperren im Harz die Kraft nicht billiger als angegeben gewinnen läßt[22].

Man kann also beide Kraftquellen — die hochalpinen und die norwegischen Wasserkräfte — bei zweckmäßigem Ausbau in Mitteleuropa wirtschaftlich als etwa gleichwertig ansehen, wobei allerdings zu beachten ist, daß diese Berechnungen für Norwegen nur auf allgemeinen Unterlagen beruhen. Beide Arten können immerhin als durchaus wettbewerbfähig mit den Braun- und Steinkohlenkräften in Mitteleuropa[23] gelten. Die Übertragung aus Österreich (500 ... 600 km) wird man aber als betriebssicherer ansehen dürfen als die aus Norwegen (1000 km) wegen der mancherlei unbekannten und schlecht abwägbaren Gefahren, denen letztere ausgesetzt ist.

Es ist hiernach unzweifelhaft zu erkennen, daß die großen Pläne der Gegenwart zum Zusammenschluß der gesamten Elektrizitätsversorgung für die Länder des europäischen Kontinents und für die Fernübertragung in Großkraftlinien zum Ausgleich der Energien und der Bedarfschwankungen heranreifen. Diese Ideen haben bei den zwischenstaatlichen Verhandlungen ständig langsam an Feld gewonnen[24], wenn freilich noch ein großes Stück Arbeit zu leisten ist. Es ist anzunehmen, daß nach Überwindung der gegenwärtigen Wirtschaftskrise und Wiederansteigen des Bedarfs die Nutzbarmachung der hochalpinen Wasserkräfte in diesem Rahmen nachdrücklichst gefördert werden wird, damit in Zukunft diese Gebiete erhabener Naturschönheit und eines wunderbaren geologischen Aufbaues auch der Wohlfahrt der Völker dienen können.

---

[14] Ber. Weltkraftkonferenz Basel 1926, Bd. 1, S. 987.

[15] ebenda, S. 318/19.

[16] Gesamtber. 2. Weltkraftkonferenz Berlin 1930, Bd. 16, S. 21. Vgl. auch ETZ 1931, S. 689. Im Juni 1931 ist eine Studiengesellschaft für die Kraftausfuhr aus Norwegen aus Angehörigen der in erster Linie beteiligten Staaten (Deutschland, Schweden, Dänemark, Norwegen) begründet worden (ETZ 1931, S. 1153).

[17] VDI-Nachr. 1931, Nr. 40. Wasserwirtsch. Bd. 23, S. 461 (1930).

[18] s. auch Wasserwirtsch. Bd. 24, S. 188 (1931).

[19] Z. VDI Bd. 74, S. 879 (1930); ETZ 1930, S. 986.

[20] Wirtschaftliches über die Energieversorgung des Landes im Winter. Mitt. Nr. 23 d. eidg. Amtes für Wasserwirtsch., Tafel 7, Bern 1928; vgl. ETZ 1929, S. 460.

[21] VDI-Nachr. 1931, Nr. 51.

[22] Zbl. Bauverw. Bd. 48, S. 338 (1928).

[23] ETZ 1927, S. 525; Wasserwirtsch. Bd. 22, S. 85 (1929).

[24] Ber. Weltkraftkonferenz Basel 1926, Bd. 1, S. 987 u. f.; Gesamtbericht 2. Weltkraftkonferenz Berlin 1930, Bd. 10, 11 u. 16. Z. VDI Bd. 74, S. 875 (1930); Bd. 75, S. 527 (1931); VDI-Nachr. 1931, Nr. 40.

Die thermischen Eigenschaften der Transformator-Röhrenkästen.

Die Röhrenkästen für Transformatoren haben in England, den V. S. Amerika und Frankreich schon längst eine große Verbreitung gefunden. Im Laufe der letzten Jahre werden sie auch in Deutschland immer mehr und mehr verwendet. Es scheint jedoch, daß die Vorteile dieser Konstruktion gegenüber dem Wellblechkasten sogar von den ausführenden Firmen nicht genügend geschätzt werden, vielmehr wird diese Bauart meist nur auf direkten Wunsch der Kundschaft oder auf Grund von Kalkulationsfragen gewählt. Die Ansicht, daß in jedem Fall ein mehrreihiger Röhrenkasten einem Wellblechkasten nicht überlegen ist, scheint allgemein verbreitet zu sein. Da die Erfahrung des Verfassers dieser Auffassung widerspricht, so werden einige Zeilen über diese Frage vielleicht von allgemeinem Interesse sein.

Wie bekannt, geschieht die Wärmeabfuhr durch Wärmestrahlung und Wärmekonvektion. Für die Wärmestrahlung wird fast einheitlich mit $\alpha_s = 6{,}00$ W/° C m² gerechnet. Für die Wärmekonvektion findet man verschiedene Werte angegeben, z. B. $\alpha_k = 8$ W/° C m² von Richter[1] gegenüber $\alpha_k = 6{,}25$ W/° C m² von Alm[2]. Auf Grund von Untersuchungen von Binder, Nusselt u. a. hat der Verfasser gewöhnlich mit $\alpha_k = 6{,}5$ W/° C m² gerechnet (bei 20 ° C Außentemperatur und $\vartheta = 40$ ° Temperaturunterschied zwischen Kasten- und Raumtemperatur). Daraus ergibt sich die totale Wärmeabgabe zu

$$W = \alpha F \vartheta \text{ Watt},$$

wo $\alpha = \alpha_s + \alpha_k = 6{,}0 + 6{,}5 = 12{,}5$ W/° C m² und F die wärmeabführende Oberfläche in m², ϑ den Temperaturunterschied in ° C bedeuten. Diese Zahl setzt eine glatte Fläche voraus, kann also bei Berechnung eines glatten Transformatorkastens Verwendung finden. Bei Wellblechkasten wird die Fläche $x$mal vergrößert, so daß auf 1 m² Projektionsfläche $(x-1)$ m² Querfläche entfällt. Die Projektionsfläche ist voll wirkend, die Querfläche geht dagegen für die Strahlung verloren. Für die Konvektion bleibt sie, wenigstens theoretisch, voll wirkend, wenn der Abstand zwischen den Querflächen (in unserem Fall zwischen den Wellen) nicht zu klein gewählt wird. Nach Vidmar soll dieser Abstand mindestens 30 mm betragen, damit die Luftströmung nicht gehemmt wird.

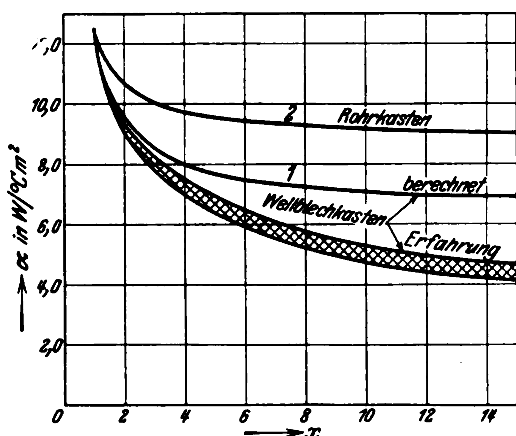


Abb. 1. Wärmeabfuhr, abhängig von der Vergrößerung der Kastenoberfläche.

Dadurch erhalten wir für 1 m² Wellenoberfläche:

$$\alpha_{x,w} = \frac{1 \cdot 12{,}5 + (x-1)\,6{,}5}{x} = \left(6{,}5 + \frac{6}{x}\right) \text{ in W/°C m}^2. \quad (1)$$

Der Wert von $\alpha_{x,w}$ nähert sich asymptotisch 6,5 W/° C m². Die Erfahrung zeigt, daß dieser Wert nicht bei $x = \infty$, sondern schon bei $x = 5{,}0$ erreicht wird. Daß diese Erfahrung nicht nur meine persönliche ist, zeigen die Werte, welche z. B. bei Arnold[3] oder bei Fischer-Hinnen[4] angegeben sind. Die Werte von α_x in Funktion von x sind in der Abb. 1 angegeben. Die Kurve *1* entspricht der Formel und die schraffierte Fläche zwischen den zwei unteren Kurven den tatsächlich gemessenen Werten. Die Divergenz zwischen den theoretischen und praktischen Werten kann nicht rechnerisch erfaßt werden, sie kann aber wohl motiviert werden. Doch möchte ich von der Motivierung an dieser Stelle Abstand nehmen, um die Abhandlung nicht unnütz zu verlängern[5]. Die wirksamere Wärmeabfuhr durch Röhren gegenüber den Wellen wurde schon längst beobachtet und wurde gewöhnlich, wenigstens in der französischen Literatur, durch die „Syphonwirkung" von Röhren erklärt. Diese Erklärung scheint aber sehr problematisch zu sein. Die Syphonwirkung kann zwar eine bessere Ölzirkulation und dadurch einen kleineren Unterschied zwischen höchster und mittlerer Öltemperatur im Transformator hervorrufen (das wird auch tatsächlich im Röhrenkasten beobachtet), nicht aber eine bessere Wärmeabfuhr begründen. Die theoretische Begründung wurde von Vidmar[6] gegeben.

Laut Vidmar wird die Wärmeabgabe durch Konvektion wegen der überall konvexen Form des Rohres um

$$\beta = 1 + 0{,}075\,\frac{H^{1/4}}{d}$$

erhöht. Hier bedeutet H die mittlere Rohrlänge und d den äußeren Rohrdurchmesser, beides in dm. Der übliche Rohrdurchmesser ist 50 mm (in V. S. Amerika 2 Zoll), und für H können 30 dm angenommen werden. Übrigens spielt die Länge von H im Gebiet von 20 ... 40 dm keine große Rolle für die Berechnung von β. Diese Werte ergeben, in den Ausdruck für β eingesetzt,

$$\beta = 1{,}35,$$

und die Formel (1) erhält folgende Form:

$$\alpha_{x,r} = \frac{1 \cdot 12{,}5 + (x-1)\,6{,}5 \cdot 1{,}35}{x} = \left(8{,}8 + \frac{3{,}7}{x}\right). \quad (2)$$

Man sieht, daß die Werte für $\alpha_{x,r}$ höher als die Werte für $\alpha_{x,w}$ liegen sollen, weil sie sich, von $\alpha_{x,r} = 12{,}5$ ausgehend, dem Wert $\alpha_{x,r} = 8{,}8$ an Stelle von 6,5 mit wachsendem x nähern.

Der Rohrdurchmesser wird gewöhnlich festgehalten, ebenso der Abstand zwischen den Rohrachsen (gewöhnlich 75 mm, in selteneren Fällen 100 mm). Die Zahl der Reihen kann nur ganzzahlig sein; somit kann x nur bestimmte Werte annehmen.

$$\text{Für 1 Reihe ist } x = \frac{75 + \pi \cdot 50}{75} = 3{,}1,$$

$$\text{für 2 Reihen } x = \frac{75 + 2\pi \cdot 50}{75} = 5{,}2,$$

$$\text{für 3 Reihen } x = \frac{75 + 3\pi \cdot 50}{75} = 7{,}3 \text{ usw.}$$

Die entsprechenden Werte für $\alpha_{x,r}$ sind: 10; 9,65; 9,3; usw. Da die Wärmeberechnung des Kastens niemals absolut genau durchgeführt werden kann, können folgende Werte mit genügender Genauigkeit angenommen werden:

Für 1 Reihe: $\alpha_{x,r} = 10$ W/° C m²,
für 2 Reihen: $\alpha_{x,r} = 9{,}5$ „ ,
für 3 Reihen: $\alpha_{x,r} = 9{,}0$ „ .

Abb. 2.

Im Falle des Rohrkastens stimmt die praktische Erfahrung mit der Berechnung sehr gut überein, und die Zahl 9,0 W/° C m² hat sich für 3 ... 6 Reihen als richtig erwiesen. Die Rohre waren für diese Transformatoren gemäß Abb. 2 ausgeführt. Um einen besseren Vergleich zwischen den Werten für Rohr- und Wellblechkästen zu zeigen, ist die Kurve *2* in der Abb. 1 gezeichnet worden.

Zusammenfassend kann behauptet werden, daß die Röhrenkästen gegenüber den Wellblechkästen den Vorteil haben, daß ihre Wärmeabfuhr auch bei größerer Anzahl von Rohren bedeutend über der Wärmeabfuhr der Tiefwellblechkästen liegt. Der Hauptunterschied ist in zwei Umständen zu suchen. Erstens ist der theoretische Grenzwert der Wärmeabfuhr (d. h. bei $x = \infty$) für einen Rohrkasten um 35 % höher als für einen Wellblechkasten, und zweitens stimmen die beobachteten Werte mit den theoretischen für Rohrkästen überein. Für Wellblechkästen liegen die beobachteten Werte dagegen bedeutend niedriger als die theoretischen.

Dipl.-Ing. M. Wolff, Helsingfors.

[1] R. Richter, Elektrische Maschinen Bd. 1, S. 316.
[2] E. Alm, Elektromaskinlära Bd. 1, S. 648.
[3] Arnold, Die Transformatoren, 2. Aufl., S. 257.
[4] Fischer-Hinnen, Lehrbuch f. Elektrotechniker, S. 336 u. f.
[5] Diese Frage wie auch die Wahl von $\alpha_k = 6{,}5$ wurden von mir in der finnischen Zeitschrift Kraft och Ljus im Jahre 1928, Nr. 5 u. 6, ausführlich behandelt.
[6] Vidmar, Die Transformatoren, S. 523 ... 533.

Über die Aufnahme der Hochspannungs-Kurvenform mit dem Braunschen Rohr.

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Von R. Vieweg und G. Pfestorf, Berlin.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß mit Braunschen Röhren neuerer Bauart in bequemer Weise die Kurvenform auf der Hochspannungseite von Transformatoren aufgenommen werden kann. Für den Betrieb der Röhre und für die synchrone lineare Zeitablenkung stehen handliche Netzanschlußgeräte zur Verfügung. Die Spannungsunterteilung erfolgt im allgemeinen kapazitiv. Zum Nachweis der Abbildungstreue werden Vergleichsversuche mit 3 anderen Methoden ausgeführt.

Es ist bekannt, daß die Kurvenformen der Spannung auf der Primärseite und der Sekundärseite von Hochspannungs-Prüftransformatoren in vielen Fällen nicht übereinstimmen, und daß man aus der Kenntnis der Spannungskurvenform auf der Unterspannungseite nicht auf den Verlauf der Kurvenform auf der Hochspannungseite schließen kann. Anderseits ist die Beobachtung der Hochspannungs-Kurvenform für viele Zwecke erwünscht; für feinere Untersuchungen ist sie sogar unerläßlich. Es sei nur darauf hingewiesen, daß bei einem Teil der prüftechnischen Messungen der Scheitelwert, bei einem anderen Teil der Effektivwert die Hauptrolle spielt, bei wieder anderen Messungen allgemein die Oberwelligkeit berücksichtigt werden muß.

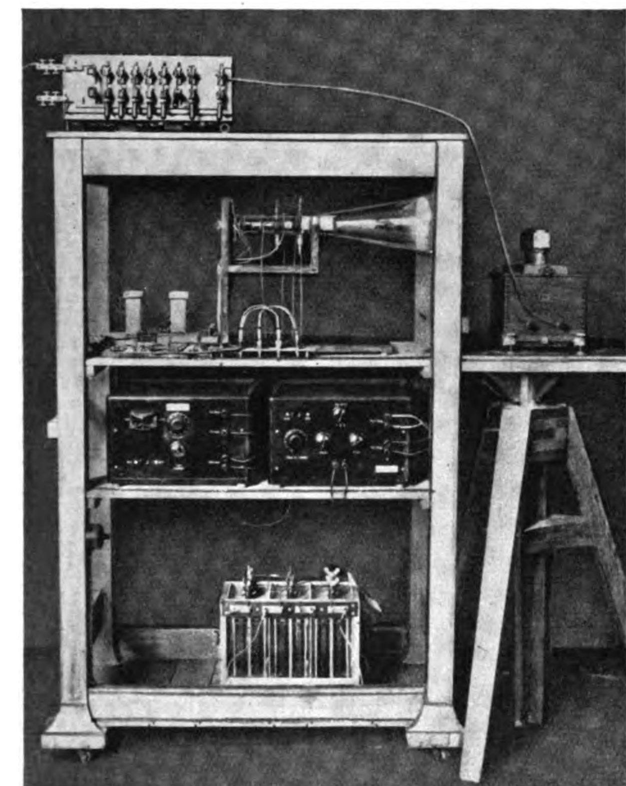
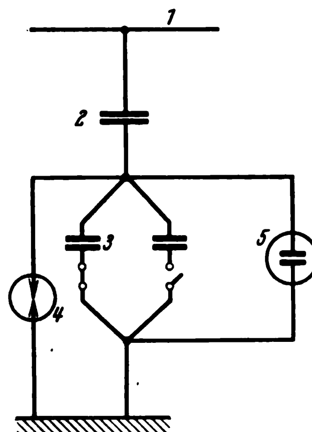


Abb. 1. Braunsches Rohr mit Zubehör zum Oszillographieren von Hochspannungskurven.

Für die Aufnahmen der Hochspannungs-Kurvenform sind verschiedene Verfahren beschrieben worden; Schering und Burmester[1] benutzen eine kapazitive Spannungsunterteilung und schließen parallel zu dem Niederspannungs-Kondensator über einen Wandler (z. B. 25 000/110 V) die Oszillographenschleife an. Nach ähnlichem Verfahren wurde nach dem Vorschlag von Petersen von W. Hess[2] die Kurvenform ermittelt. Bechdoldt[3] verwendet eine Widerstands-Spannungsteilung und führt die abgegriffene Teilspannung über eine Röhrenverstärker-Anordnung der Oszillographenschleife zu. Alle diese Anordnungen arbeiten mit dem bekannten Schleifenoszillographen und bedingen einen verhältnismäßig umfangreichen Aufbau, der besonders dann nicht erwünscht ist, wenn die Beobachtung der Hochspannungs-Kurvenform nicht Selbstzweck, sondern nur eine meßtechnische Nebenaufgabe ist[4]. Zur Gewinnung einer handlichen Apparatur schien die Verwendung des Braunschen Rohres zweckmäßig. Es ist auch früher schon zum Oszillographieren von Hochspannungskurven benutzt worden[5]. Doch wurde erst in jüngster Zeit die Handhabung des Braunschen Rohres hinreichend vereinfacht, nachdem dieses Gerät durch zahlreiche Anwendungen in der Meßtechnik und durch seine Benutzung für allgemeine technische Zwecke, z. B. für Fernsehversuche, wesentlich vervollkommnet worden ist.

Für die Versuche mit einem neuzeitlichen Braunschen Rohr wurde ein Glühkathoden-Oszillograph, Bauart M. v. Ardenne[6], benutzt. Dieses Rohr ist für Netzanschluß eingerichtet. Die lineare Zeitablenkung wird ebenfalls in einem Netzanschlußgerät hergestellt. Sie erfolgt als Kippschwingung in Sägezahnform durch Aufladen eines Kondensators mit parallel geschalteter Glimmlampe[7]. Der Zusammenbau der ganzen Anordnung ist aus Abb. 1 ersichtlich. Man erkennt auf dem Bilde die eigentliche Braunsche Röhre mit den Zuführungsleitungen zu den Ablenkplatten; unter der Röhre befinden sich die beiden Netzanschlußgeräte für die Erzeugung des Kathodenstrahls und für die Kippschwingung. Unten steht der Akkumulator für die Heizung der Verstärkerröhre, die als Widerstand für die Kondensatoraufladung im Kippgerät dient.



1 Hochspannungsleitung
2 Hochspannungs-Luftkondensator
3 Niederspannungs-Glimmerkondensatoren
4 Glimmsicherung
5 Braunsche Röhre

Abb. 2. Kapazitive Spannungsteilung.

Die Schaltung zum Oszillographieren von Hochspannungskurven zeigt schematisch Abb. 2. Die Ablenkspannung wird unmittelbar von dem Niederspannungs-Kondensator des kapazitiven Spannungsteilers zu den Ablenkplatten der Braunschen Röhre geführt. Als Hochspannungs-Kondensator kann jeder beliebige Kondensator verwendet werden, wie er etwa durch eine in geeignetem Abstand von der Hochspannungsleitung aufgestellte Platte und die Hochspannungsleitung gebildet wird. Für die im folgenden beschriebenen Versuche wurde der zu einer Scheitelwert-Meßeinrichtung[8] gehörige Kugelkondensator benutzt, der aus einer hochspannungführenden Kugel von 750 mm Dmr. und dem Meßkreisausschnitt einer Halbkugel besteht. Die Kapazität betrug bei einem Abstand von 60 mm (für Spannungen bis etwa 75 kV) etwa 10 µµF, bei einem Abstand von 330 mm (für Spannungen bis etwa 350 kV) 2,5 µµF. Auf der Niederspannungseite lagen Glimmerkondensatoren, deren Kapazität in Stufen zwischen 1000 und 25 000 µµF verändert werden konnte; die Eigenkapazität der parallel liegenden Ablenkplatten betrug mit Zuleitungen nur einige µµF. Es war so möglich,

[1] H. Schering u. A. Burmester, Z. Instrumentenkde. Bd. 44, S. 97 (1924), Tät.-Bericht d. Physik.-Techn. Reichsanst. 1923.
[2] W. Hess, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 44, S. 646 (1926).
[3] H. Bechdoldt, Arch. Elektrotechn. Bd. 24, S. 843 (1930).
[4] Anm. b. d. Korr.: Inzwischen ist ein spezieller Hochspannungs-Oszillograph auf piezoelektrischer Grundlage beschrieben worden: Philippoff, ETZ 1932, S. 405.
[5] H. Behnken, Arch. Elektrotechn. Bd. 11, S. 131 (1922).
[6] M. v. Ardenne, Z. Hochfrequenztechn. Bd. 39, S. 18 (1932).
[7] A. Rudolph, Arch. Elektrotechn. Bd. 13, S. 213 (1924).
[8] C. Stoerk, ETZ 1929, S. 95. C. Stoerk u. W. Holzer, Z. techn. Physik Bd. 10, S. 317 (1929).

stets eine geeignete Spannungsamplitude auf dem Leuchtschirm zu erzielen. Ohne Bedenken konnte die Kurvenform auch bis zu Über- oder Durchschlägen am Prüfobjekt beobachtet werden. Die Spannungsempfindlichkeit des Rohres betrug bei einer Anodenspannung von 1500 V ungefähr 1 V für 1 mm Ausschlag. In Abb. 1 erkennt man über der Röhre die schaltbaren Niederspannungs-Kondensatoren, parallel zu ihnen liegt eine Glimmsicherung. Da, wie erwähnt, für die Spannungsteilung definierte Kapazitäten benutzt wurden, konnte die Anordnung statt zum Oszillographieren der Kurven auch zum Messen des Effektivwertes der Hochspannung verwendet werden, wenn



Abb. 3. Leerlaufkurve der Maschine ohne Transformator.



Abb. 4. Prüftransformator unbelastet, primär.



Abb. 5. Spannung am Prüftransformator, unbelastet, sekundär.



Abb. 6. Spannung am Prüftransformator, kapazitiv mit vollem Strom belastet, primär.

statt des Braunschen Rohres den Niederspannungs-Kondensatoren ein elektrostatisches Voltmeter parallel geschaltet wurde. Ein solches Instrument ist in Abb. 1 rechts auf dem Stelltisch sichtbar.

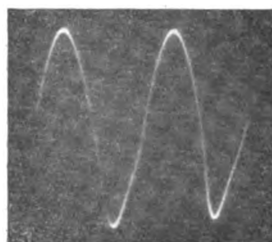


Abb. 7. Spannung am Prüftransformator, kapazitiv mit vollem Strom belastet, sekundär.

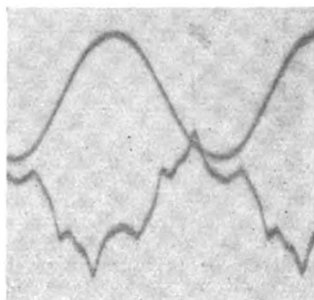


Abb. 8. Schleifenoszillogramm (Verfahren nach Schering) entsprechend Abb. 6 und 7, Prüftransformator kapazitiv mit vollem Strom belastet, sekundär und primär.

Die Abb. 3 ... 7 geben einige Beispiele von Kurvenformen, die mit der beschriebenen Anordnung aufgenommen wurden. Aus den Unterschriften der Bilder sind die Verhältnisse bei den einzelnen Aufnahmen ersichtlich. Die Unterspannungskurven Abb. 3, 4 und 6 wurden in der Weise gewonnen, daß statt des kapazitiven Teilers ein Widerstands-Spannungsteiler zum Anschluß der Ablenkplatten des Braunschen Rohres diente. Die Ablenkung kann hierbei auch elektromagnetisch mittels kleiner Spulen erfolgen.

Die Aufnahmen sind Momentbilder, Belichtungsdauer $^1/_{25}$ s, und wurden mit einem photographischen Apparat, rel. Öffnung 1 : 4,5 mit Vorsatzlinse von 25 cm Brennweite, erhalten. Agfa Andresa und Ilford panchromatische Platten erwiesen sich für die Aufnahmen der blaugrünen Fluoreszenzstrahlung als zweckmäßig. Für die visuelle Beobachtung werden die Kurven als stehende Bilder eingestellt; hierzu dient eine im Kippgerät angebrachte Synchronisiervorrichtung, durch welche die Frequenz der Kippschwingung mit der Frequenz der Meßschwingung synchron gemacht werden kann. Die Frequenz der Kipp-

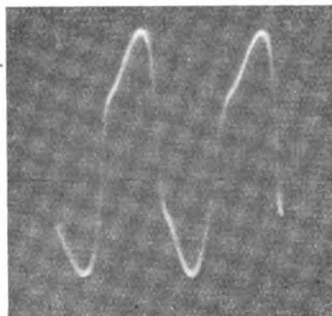


Abb. 9. Spannung am Prüftransformator (Kaskade) 100 kVA, 250/350 000 V bei 300 kV sekundär.

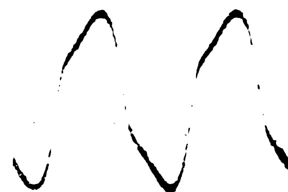


Abb. 10. Schleifenoszillogramm (Verfahren nach Schering) entsprechend Abb. 9. Prüftransformator (Kaskade) 100 kVA, 250/350000 V bei 300 kV sekundär.

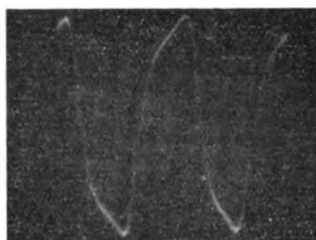


Abb. 11. Spannung am Prüftransformator (Kaskade) bei 50 kV mit Braunschem Rohr und Widerstandsunterteilung.



Abb. 12. Spannung am Prüftransformator (Kaskade) bei 50 kV mit Braunschem Rohr und kapazitiver Unterteilung.

schwingung kann so gewählt werden, daß auf dem Leuchtschirm eine oder mehrere Wellen des Vorgangs ruhend erscheinen. Verschiedene Vorgänge lassen sich durch einfachen Umschalter einstellen, so daß man z. B. die Unter- und die Oberspannungskurve leicht abwechselnd betrachten kann.

Die Bilder geben einen Begriff, wie starke Unterschiede in zusammengehörigen Kurven bestehen können. Besonders die Abb. 6 und 7 zeigen, wie bei einem Prüftransformator kleiner Leistung und hoher Kurzschlußspannung die Kurvenformen auf der Primär- und Sekundärseite bei bestimmter Belastung völlig unähnlich sein können.

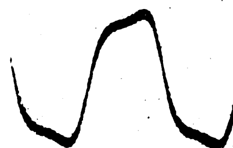


Abb. 13. Spannung am Prüftransformator (Kaskade) bei 50 kV, Schleifenoszillogramm mit Wandler.



Abb. 14. Spannung am Prüftransformator (Kaskade) bei 50 kV mit Braunschem Rohr und kapazitiver Spannungsteilung, Wandler abgeschaltet.

Um nachzuweisen, daß die mit dem Braunschen Rohr aufgenommenen Oszillogramme die Kurvenform richtig wiedergeben, sind in Abb. 8 die den Oszillogrammen 6 und 7 entsprechenden Kurven mit dem Schleifenoszillographen wiedergegeben, wobei die Hochspannungskurve nach dem erwähnten Verfahren von Schering ermittelt worden ist. Unter Berücksichtigung des etwas unter-

schiedlichen Abszissen-Maßstabes ergibt sich eine sehr gute Übereinstimmung. Kurven bei hoher Spannung (300 kV) zeigen die Abb. 9 u. 10, von denen Abb. 9 mit dem Braunschen Rohr, Abb. 10 mit dem Schleifenoszillographen nach Schering aufgenommen ist. Die Übereinstimmung ist gleichfalls recht gut.

Zur weiteren Überprüfung der Abbildungstreue wurde statt des kapazitiven Spannungsteilers ein winkelfreier Hochspannungs-Widerstandsteiler benutzt. Die Abb. 11 und 12 zeigen die Übereinstimmung zwischen den beiden Unterteilungsverfahren. Schließlich wurde noch die Kurvenform mittels eines 50 kV-Meßwandlers durch Beobachtung auf der Unterspannungseite mit dem Schleifenoszillographen gemessen. Das Oszillogramm ist in der Abb. 13 enthalten und stimmt wiederum mit den Aufnahmen Abb. 11 und 12 überein. Der Wandler war bereits bei den Aufnahmen Abb. 11 und 12 auf der Hochspannungsseite des Prüftransformators mit angeschlossen, so daß die 3 Vergleichsaufnahmen unter genau gleicher Belastung des Transformators erfolgten. Nimmt man den Wandler ab, so zeigt sich eine merkliche Änderung der Kurvenform, die aus Abb. 14, aufgenommen mit Braunschem Rohr und kapazitivem Spannungsteiler, ersichtlich ist. Es ist also bei der Verwendung des Wandlers Vorsicht geboten, da er selbst die Kurvenform u. U. erheblich beeinflußt. Man kann deshalb auch nicht aus der mit dem Wandler beobachteten Kurve nach Abschaltung des Wandlers auf die Kurvenform der Hochspannung schließen. Demgegenüber stellt die beschriebene kapazitive Spannungsunterteilung mit dem Braunschen Rohr eine so kleine Belastung dar, daß sie in allen Fällen ohne Einfluß auf die Kurvenform bleibt.

Bleikabelpressen mit unveränderlicher Durchgangshöhe des Kabels.

Von Dipl.-Ing. P. Wieghardt, Magdeburg.

Übersicht. Es werden die verschiedenen ausgeführten und vorgeschlagenen Konstruktionen von stehenden Bleikabelpressen mit unveränderlicher Durchgangshöhe des Kabels in ihren unterscheidenden Merkmalen gegenübergestellt.

Jahrzehntelang hat die Kabelindustrie zum Umpressen von Kabeln mit einem Bleimantel neben der bekannten liegenden Huber-Presse, bei der das Kabel in stets gleicher Höhenlage durch die Presse geht, stehende Pressen mit untenliegendem hydraulischem Antrieb und auf- und abbewegtem Pressenkopf benutzt. Die Nachteile, die eine dauernde Änderung der Durchgangshöhe des Kabels mit sich bringt, wurden in Kauf genommen, weil die stehende Presse in anderer Hinsicht Vorteile bietet. Neuerdings werden aber Pressen bevorzugt, bei denen das Kabel seine Höhenlage während des Preßvorganges nicht ändert. Es dürfte daher nicht unwichtig sein, die verschiedenen ausgeführten und vorgeschlagenen Konstruktionen derartiger Pressen gegenüberzustellen.

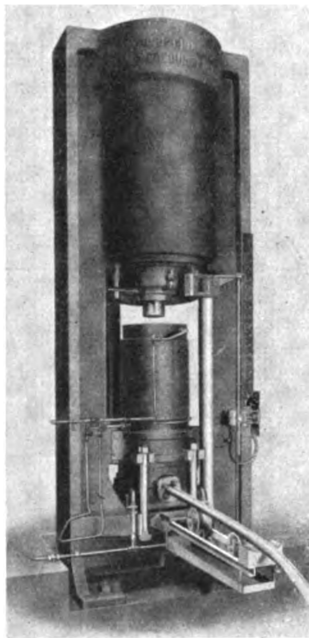


Abb. 1. Stehende Bleikabelpresse.

Die Vorteile der unveränderlichen Durchgangshöhe des Kabels sind schon früh erkannt worden. Die erste Presse, mit der ein waagerecht durch den Preßblock geführtes Kabel bei unveränderter Durchgangshöhe mit einem Bleimantel umpreßt wird, war die im Jahre 1881 von dem älteren Kabelfachleuten noch bekannten Zivilingenieur Huber entworfene liegende Presse mit beiderseits angeordneten Druckzylindern.

Bei der Konstruktion einer stehenden Presse mit unveränderlicher Durchgangshöhe muß man berücksichtigen, daß in den weitaus meisten Fällen mit einer geringen Raumhöhe am Aufstellungsorte zu rechnen und fast immer auf einen Laufkran Rücksicht zu nehmen ist. Die geringste Bauhöhe ergibt sich aber, wenn man als Druckwasserkolben einen Scheibenkolben verwendet und das Pressengestell als geschlossenen Stahlgußrahmen ausführt, dessen oberer Teil als Druckwasserzylinder ausgebildet ist. Diese Ausführung weist die stehende Presse mit feststehendem Pressenkopf[1] nach Abb. 1 und Abb. 2 auf. Sie wird für nutzbare Füllungen bis zu 1000 kg gebaut und verbindet die Vorteile einer unveränderten Höhenlage des Kabels, wie sie die liegende Presse hat, mit den Vorzügen der stehenden Pressen. Bemerkenswert sind noch der den Zylinder oben abschließende Deckel und die Rückzugeinrichtung zum Anheben des Kolbens und des Preßstempels in die Höchststellung. Der Deckel ist mit Bajonettverschluß so in den zylindrischen Kopf des Pressenrahmens eingesetzt, daß er durch Drehen um 30° verriegelt und gelöst wird. Man kann daher die Kolbendichtung schnell freilegen und auswechseln, u. zw. auch dann, wenn sich ein Kabel in der Presse befindet. Hierbei ist eine Beschädigung des Kabels durch Wasser ausgeschlossen, weil sich das beim Herausnehmen der alten Dichtung am Kolben vorbeilaufende Wasser unten im Zylinderboden sammelt und von dort durch ein Rohr abfließt. In gleicher Weise wird Wasser, das bei Schadhaftwerden der Kolbendichtung am Kolben vorbeigeht, abgeleitet. Da die Austrittsöffnung des Ableitungsrohres gut sichtbar ist, fällt dem Pressenführer ein Undichtwerden der Kolbendichtung sofort auf, so daß er diese rechtzeitig auswechseln kann. Der Verschleiß der Kolbendichtung ist gering, da der Druckwasserzylinder mit einer Büchse aus Elektrolytkupfer ausgekleidet ist. Wesentlich ist, daß sich nur oberhalb, dagegen nie unterhalb des Kolbens Druckwasser befindet. Als Rückzugvorrichtung dienen zwei unten in den Fuß des Pressenrahmens eingesetzte hydraulische Zylinder mit Kolben und ein Druckstück, auf dem der Scheibenkolben aufliegt. Dieses Druckstück setzt sich aus einem halbringförmigen Rahmen, zwei segmentförmigen Stützen und einem diese oben verbindenden Tragring für den Scheibenkolben zusammen. Die segmentförmigen Stützen und der unten am Scheibenkolben befestigte Preßstempel sind wasser- und öldicht durch den Boden des Druckwasserzylinders geführt. Eine in den Boden eingesetzte zweiteilige Büchse dient zur Führung des Stempels. Der zylindrische Kopf des Pressenrahmens ist oberhalb der Deckelmanschette zu einem ringförmigen Raum ausgebildet, aus dem ein Ableitungsrohr das bei Schadhaftwerden der Deckelmanschette durchtretende Wasser ableitet; oben ist er außerdem noch durch einen mit Filz abgedichteten Blechdeckel geschlossen.

Eine andere Ausführungsform der stehenden Presse mit feststehendem Pressenkopf stellt die amerikanische Presse dar, die im Aprilheft des Jahrganges 1931 der Zeitschrift „Mechanical Engineering" beschrieben ist. Sie unterscheidet sich von einer Presse mit obenliegendem hydraulischem Antrieb, wie man sie für die verschiedensten anderen Zwecke verwendet, nur dadurch, daß in das Pressengestell ein Pressenkopf, ein Rezipient und ein Preßstempel eingebaut sind. Tatsächlich wurden auch verschiedentlich (u. a. in England) schon Pressen, die ursprünglich für andere Zwecke bestimmt waren, nachträglich zu Kabelpressen umgebaut. In Abb. 3 ist eine der amerikanischen Bauart entsprechende Presse dargestellt.

Nicht ohne Berechtigung hat die Kabelindustrie gegen derartige Pressen den Einwand erhoben, daß beim Undichtwerden der Kolbendichtung (was immer nur dann eintritt, wenn die Presse unter Druck steht, d. h. während des Preßvorganges) das Kabel durch das unter Druck austretende Wasser gefährdet ist und daß sich die Dichtungen nicht erneuern lassen, wenn sich ein Kabel in der Presse befindet, weil ein Herablaufen von Wasser hierbei nicht zu vermeiden ist.

[1] DRP. 519 040, brit. Pat. 331 371, franz. Pat. 692 211 und andere Patente.

Ein Nachteil der amerikanischen Presse ist ferner die große Bauhöhe. Für die in der vorerwähnten Zeitschrift beschriebene Presse wird die Höhe mit 21' = 6,4 m angegeben. Man benötigt daher zur Aufstellung derartiger Pressen hohe Räume; in vorhandenen Gebäuden der Kabelwerke sind sie meist nicht unterzubringen.

Neben diesen stehenden Pressen mit obenliegendem hydraulischem Antrieb ist noch eine Presse mit untenliegendem hydraulischem Antrieb zu erwähnen. Bei dieser Bauart (Abb. 4) ruht der Pressenkopf auf einem auf dem Fundament aufliegenden Rahmen, an dessen Unterseite der Preßkolben befestigt ist. Auf diesem gleitet der Druckwasserzylinder abwärts, wenn ihm Druckwasser zugeführt wird. Die Abwärtsbewegung übertragen zwei Säulen auf ein diese oben verbindendes Kopfstück, an dem der Preßstempel befestigt ist. Dieser dringt bei der Abwärtsbewegung in den oben auf dem Pressenkopf stehenden Rezipienten ein. Die Rückzugvorrichtung besteht aus zwei seitlich angeordneten Druckwasserzylindern und zwei mit dem Kopfstück verbundenen Kolben.

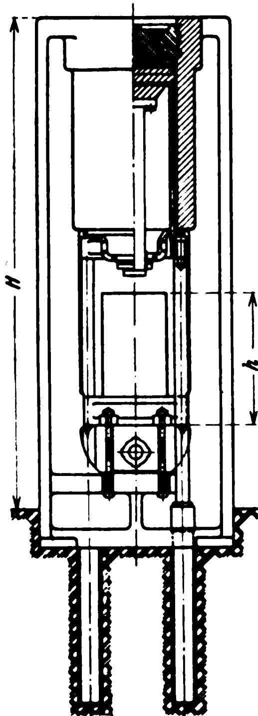


Abb. 2. Stehende Bleikabelpresse der Friedr. Krupp Grusonwerk AG., $H = 3,7\ h$ für Presse mit 600 kg nutzbarer Füllung.

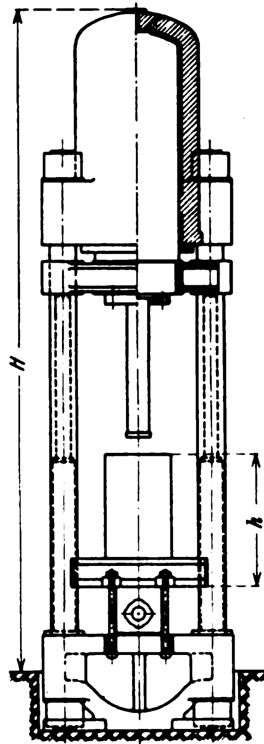


Abb. 3. Stehende Bleikabelpresse amerikanischer Bauart, mit obenliegendem Druckwasserzylinder, $H = 5,0\ h$ für Presse mit 600 kg nutzbarer Füllung.

Daß diese schon im Jahre 1914 vorgeschlagene recht interessante Konstruktion[2] sich nicht durchsetzen konnte, dürfte in erster Linie auf die große Fundamenttiefe und die schlechte Zugänglichkeit des untenliegenden hydraulischen Antriebes zurückzuführen sein. Man hat noch vorgeschlagen, den untenliegenden hydraulischen Antrieb so auszubilden, daß unterhalb des Fundamentrahmens der mit der Öffnung nach unten gerichtete Druckwasserzylinder angeordnet ist, aus dem der Kolben nach unten austritt. Damit ist aber nichts gewonnen, man muß vielmehr noch ein zusätzliches unteres Kopfstück vorsehen, außerdem wird die Fundamentgrube noch tiefer und die Dichtungen sind eher noch schlechter zugänglich.

[2] Ehemaliges DRP. 299 871.

Gegen die Rahmenkonstruktion der Presse nach Abb. 1 und 2 ist gelegentlich (nicht von Kabelwerken) der Einwand erhoben worden, daß der Stahlgußrahmen schwierig herzustellen sei. Ganz abgesehen davon, daß die Herstellung derartiger Stücke heute keine Schwierigkeiten bereitet, ist es natürlich für ein Kabelwerk ganz unwesentlich, ob dem Herstellungswerke die Säulenkonstruktion besser liegt, denn das Kabelwerk prüft die Konstruktion sinngemäß nur unter dem Gesichtspunkt der Eignung für die Kabelfabrikation. Die weiter behaupteten Schwierigkeiten bei Aufstellung des Pressenrahmens sind so wenig vorhanden, daß nach Übersee gelieferte Pressen ohne Zuhilfenahme eines Werksmonteurs von Arbeitern des Kabelwerkes aufgestellt worden sind.

Von besonderem Interesse ist schließlich noch als Kabelpresse mit unveränderlicher Durchgangshöhe des Kabels die liegende Bleikabelpresse[3] der Henley's Telegraph Works Ltd., London. Bei dieser Presse wird wie bei der ältesten stehenden Borel-Presse vom Jahre 1879 und der stehenden Siemens-Presse vom Jahre 1881 ein hohler Bleizylinder zu einem Rohr ausgepreßt, das sich als Mantel um das in der Achse des Bleizylinders durch den hohlen Dornhalter hindurchgeführte Kabel legt. Während aber bei den älteren Pressen ein hohler Bleizylinder eingesetzt werden mußte, füllt man bei der Henley-Presse das Blei flüssig ein. Die für die in der Zeitschrift Engineering[4] ausführlich beschriebene Henley-Presse charakteristischen Teile sind der mit einer Einfüllöffnung und zwei Reinigungsöffnungen versehene Rezipient, der in diesen mit seinem Kopfteil eingeschraubte, in den Rezipienten hineinragende Dornhalter und der sich in dem Raum zwischen Rezipient und Dornhalter bewegende ringförmige Stempel. Dieser greift mit segmentförmigen Stützen durch Aussparungen im Kopfteil des Dornhalters hindurch. Werden die segmentförmigen Stützen des ringförmigen Stempels durch den hydraulischen Antrieb vorgetrieben, so verdrängt der ringförmige Stempel das den hohlzylindrischen Teil zwischen Rezipient und Dornhalter ausfüllende Blei.

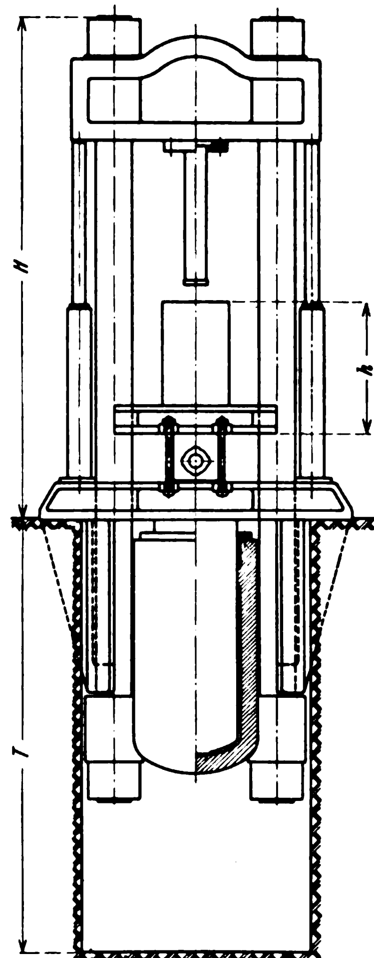


Abb. 4. Stehende Bleikabelpresse mit untenliegendem hydraulischen Antrieb. $H = 3,8\ h$, $T = 3,2\ h$ für Presse mit 600 kg nutzbarer Füllung.

Der Konstrukteur der Presse, der bei Ausarbeitung dieser eigenartigen Konstruktion von der Überlegung ausging, daß sehr günstige Voraussetzungen für die Erzielung eines guten Bleimantels gegeben sind, wenn man einen hohlen Bleizylinder axial auspreßt, hat das schwierige Problem der Herstellung dieses Hohlzylinders durch Eingießen von flüssigem Blei und das Auspressen des Zylinders zu einem Rohr in sehr geschickter Weise gelöst. Die Henley-Presse ist auf jeden Fall eine für den Pressenkonstrukteur und den Kabelfachmann gleich bemerkenswerte Presse.

[3] Brit. Patent 229 846, DRP. 429 628 und andere Patente.
[4] Bd. 131, S. 567 (1931).

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Leitungsmaste mit hölzernen Schwenktraversen in Amerika. — Die von der AEG im Jahre 1925 entwickelten und erstmalig bei einer 100 kV-Leitung des Badenwerks angewendeten Schwenktraversen[1] mit geneigter Drehachse, durch die die Torsionsbeanspruchung der Maste bei Leitungsbruch auf einen praktisch verschwindenden Betrag herabgesetzt wird, haben auch in Amerika Beachtung gefunden. Dabei hat man allerdings auf die in Deutschland vorzugsweise gewählte Anordnung der Leitungen in einer Horizontalebene, bei der Schwenktraversen technisch und wirtschaftlich besondere Vorteile bieten, verzichtet. Schon in der Electr. Wld. Bd. 90, S. 937 wird über Versuche an Schwenktraversen und die mit solchen erreichbare Gewichtsersparnis berichtet. Im Jahre 1928 hat die Public Service Co. of Northern Illinois eine 5 km lange Strecke mit Schwenktraversen gebaut. Über eine neuerdings mit hölzernen Schwenktraversen ausgerüstete fast 200 km lange 132 kV-Freileitung der Union Electric Light and Power Co. berichten Ingenieure dieser Gesellschaft. Durch die hölzernen Arme sollte eine bessere Isolation erzielt und die Betriebsicherheit erhöht werden. Die Ersparnis an Mastgewicht beträgt 15 ... 20 %. Die Maste sind mit 6 19adrigen Kupferseilen von 126 mm² Querschnitt ausgerüstet, ferner mit 2 7adrigen stählernen Erdseilen von 11 mm Dmr. Die Anordnung der Leitungen am Mast ist die anfänglich auch in Deutschland übliche, jetzt jedoch meist verlassene von 3 Querarmen, von denen nur der mittelste eine größere Ausladung hat als die beiden anderen. Die Masthöhe beträgt etwa 28 m, die durchschnittliche Spannweite 252 m, die Maste selbst haben die übliche Form unserer Gittermaste. Die Isolatorketten haben an Tragmasten 11, an Abspannmasten 13 Glieder. Die 3 Arme jeder Mastseite sind analog der deutschen Konstruktion um eine 20 ° gegen die Vertikale geneigte Achse drehbar, sie sind demgemäß aus einem horizontalen Druckstab und einem geneigten Zugstab zusammengesetzt. Beide bestehen aus je 2 parallelen Stäben; dadurch soll erreicht werden, daß bei Zerstörung eines Stabes durch einen Lichtbogenüberschlag der andere noch die Leitung hält. Als Material ist unimprägniertes Holz der Douglas fir gewählt. Es ist die Möglichkeit vorgesehen, später falls nötig zum Schutz gegen Überschläge die Holzisolation durch Funkenstrecken zu überbrücken. Die Befestigung der Stäbe an dem Mast und ihre Verbindung untereinander erfolgt durch gußeiserne Armaturen, die auf Grund eingehender Versuche entwickelt wurden; dabei werden durch das Holz durchgehende Bolzen vermieden.

Es wäre erwünscht, daß auch in Deutschland Schwenktraversen noch ausgedehntere Verwendung als bisher finden würden, da die durch die VSF 1930 geforderte Berechnung der Maste auf Verdrehung sich bei Schwenktraversen erübrigt. Wo die an sich vorteilhaftere Anordnung der Leitung in einer Horizontalebene wegen der großen in Anspruch genommenen Breite aus örtlichen Gründen nicht möglich ist, kann man eine der beschriebenen amerikanischen ähnliche Anordnung wählen. Eine solche ist übrigens in Deutschland bei den schlesischen Gebirgsbahnen[2] angewendet worden. (Electr. Engng. Bd. 51, S. 121.) *pc.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Ein einfacher Stoßgenerator für einmalige und periodische Vorgänge. — Der in der referierten Arbeit beschriebene Stoßgenerator kann als Kipprelais verwendet werden, das auf einen Anstoß hin aus einer stabilen Lage in eine andere kippt, wobei die Zeit des Übergangs einstellbar ist. Man kann es auch leicht erreichen, daß nach einer gewissen einstellbaren Verweilzeit das System aus der zweiten Ruhelage in die erste selbsttätig zurückkippt; schließlich kann man dies Kippen und Rückkippen periodisch stattfinden lassen. Man hat dann einen Stoßgenerator, der in der Lage ist, etwa von 1 Spannungstoß bis zu 10^6 Stößen in der Sekunde zu erzeugen, wobei die Form und die Dauer der Spannungstöße weitgehend geregelt werden können. Eine Ausführung für einen einmaligen Kippvorgang zeigt Abb. 1. Man sieht eine Elektronenröhre in Dynatronschaltung. Das Gitter hat die positive Spannung E_g, die Anode die Spannung E_a. Im Gitterkreis liegt ein kleiner Widerstand r, an dessen Klemmen der äußere Anstoß zum Kippen erfolgt. Wird der im Anodenkreis liegende große Widerstand R kurzgeschlossen, so lädt sich der der Elektronenröhre parallel geschaltete Kondensator C auf E_a auf. Wird die Kurzschlußtaste jetzt wieder geöffnet, so ist die Anordnung betriebsbereit. Trifft ein kleiner kurzzeitiger Spannungstoß auf r, so entlädt sich der Kondensator über die Röhre.

Der Vorgang erklärt sich an Hand der Abb. 2, in der die Kennlinien einer in Dynatronschaltung betriebenen Dreielektrodenröhre bei verschiedenen konstanten Gitterspannungen wiedergegeben sind. Ist etwa die Kennlinie $E_g = 500$ V gewählt, so erhält man mit $E_a = OC$ (s. Abb. 2) einen stabilen Betriebspunkt. Der Anstoß bei r senkt bei richtiger Polarität das Potential am Gitter, so daß eine Kennlinie gültig wird, die über der Abszisse liegt. Es fließt dann ein Strom aus dem Kondensator durch die Röhre ab, so daß der Betriebspunkt auch dann in ein labiles Gebiet mit fallender Charakteristik verlagert ist, wenn nach kurzer Zeit der Anstoß zum Kippen aufhört; der Entladevorgang dauert an, weil die Anodenspannungsquelle durch den großen Widerstand R vom Kondensatorkreis so abgeriegelt ist, daß die Kondensatorentladung nicht gestört werden kann. Wird R durch eine Induktivität L ersetzt, so kehrt die Anordnung nach dem Kippen selbsttätig wieder in die Ausgangslage zurück.

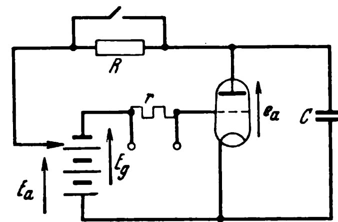


Abb. 1. Anordnung für einmaligen Kippvorgang.

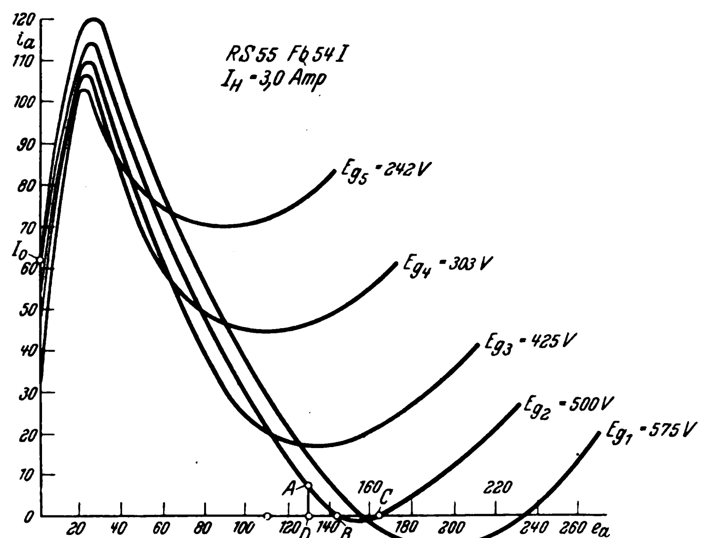


Abb. 2. Anodenstrom der RS 55, abhängig von der Anodenspannung in Dynatronschaltung bei konstanter Heizung und verschiedenen Gitterspannungen.

Die Entladedauer kann mit Hilfe der Heizung der Röhre und der Größe des Kondensators C in weiten Grenzen geändert werden. Die Ansprechzeit des Relais zählt bei etwa 10 V anstoßender Spannung und Kapazitäten von 200 ... 500 cm nach einigen 10^{-7} s.

Das Relais kann auch periodisch betrieben werden, u. zw. selbsttätig oder fremdgesteuert periodisch, wobei im letzteren Falle die Kippzahl je Sekunde gleich 1/1 oder $1/n$ ($n = 1, 2, 3, \ldots$) der steuernden Fremdfrequenz gemacht werden kann. (W. Fucks, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 11, S. 723.)

[1] AEG-Mitt. 1927, S. 210.
[2] AEG-Mitt. 1930, S. 631.

Beleuchtung.

Beleuchtung und Verkehrssicherheit. Neue Bewertungsmethode. — Die bisherige Bewertung der Straßenbeleuchtung gründet sich auf die Angabe der mittleren Beleuchtungstärke und der Gleichmäßigkeit der Beleuchtung. Der Verfasser schlägt statt dessen vor, die Güte einer Beleuchtungsanlage entweder durch den Mindestkontrast zu definieren, der erforderlich ist, um einen Gegenstand von 1° Sehwinkelgröße in einer bestimmten Zeit, etwa $^1/_{10}$ s, in seinen allgemeinen Umrissen sicher wahrzunehmen, oder durch die Zeit, die notwendig ist, um einen Gegenstand von 1° Sehwinkelgröße bei einem bestimmten Umfeldkontrast in seinen allgemeinen Umrissen sicher zu erkennen. In einer besonderen Arbeit hat der Verfasser die Ergebnisse dieser Zeitstudien mitgeteilt[1]. Die Abhängigkeit zwischen der Leuchtdichte des Bodens und demjenigen Kontrast, der erforderlich ist, damit der Gegenstand in $^1/_{10}$ s noch wahrgenommen werden kann, wird in einem Diagramm mitgeteilt. Im Sinne der Zeitwerte wird eine „Gütetabelle" gegeben. Die Gütegradstufen sind so gewählt, daß die Erhöhung um 1° eine um 20 % kleinere Seharbeit für die gleiche Sehaufgabe erfordert. Der Gütegrad 14 entspricht den Beleuchtungsverhältnissen bei diffusem Abendhimmel.

Bei ungleichmäßiger Ausleuchtung liegen die Verhältnisse ungünstiger. Das Auge stellt sich nicht auf den physikalischen Mittelwert der Beleuchtung ein; die Sehleistung ist vielmehr u. U. erheblich geringer infolge einer Art Indirekt- oder Umfeldblendung. Auch die Wetterverhältnisse müssen weitgehend berücksichtigt werden, u. zw. sollten die Beleuchtungsanlagen aus Sicherheitsgründen stets auf ungünstige Witterungsbedingungen eingerichtet sein. Bei Regen ist eine hohe Vertikalkomponente der Beleuchtung erforderlich. Schließlich ist auch der Einfluß der Blendung zu berücksichtigen. Die Blendung ist abhängig von der Adaptierung. Schon aus diesem Grunde ist eine bestimmte Höchstleuchtdichte für Geleuchte nicht angebbar. Ferner wird festgestellt, daß die Sehwinkelgröße zusammen mit der Leuchtdichte des Geleuchtes die Blendung bestimmt. Für den Blendungswinkel ist die bisher übliche Angabe eines bestimmten Mindestwertes, etwa 30°, nicht ausreichend. Es wird zahlenmäßig gezeigt, wie der Gütegrad einer Beleuchtungsanlage abnimmt, wenn Blendwirkungen vorhanden sind.

Auf Grund der Untersuchungen wird abschließend gefordert, daß die Straßenbeleuchtungsanlagen nach ihrem Gütegrad zu beurteilen sind. Für Wohn- und für Verkehrstraßen sind je nach ihrer Bedeutung bestimmte Gütegrade der Beleuchtung zu gewährleisten. Anlagen gleichen Gütegrades sind nach ihrer Wirtschaftlichkeit zu beurteilen. Für die Bewertung von einzelnen Geleuchten sind auch die Anordnungsverhältnisse maßgebend. Die Güte der Anlagen kann sich unter verschiedenen Witterungsbedingungen infolge Änderung des Kontrastverhältnisses stark verschieben. Zur Bewertung der Güte einer Anlage ist ferner die Prüfung der durch die Beleuchtungsanlage ermöglichten Sehleistung heranzuziehen. (C. G. Klein, Licht Bd. 1, S. 381; Bd. 2, S. 16.) *F. Bn.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrische Schneeschleudermaschine. — Auf der Linie Barcelona—Toulouse ist eine von der AG. Brown, Boveri & Cie. gebaute Schneeschleudermaschine in Betrieb, welche Schneehöhen bis zu 1,5 m auf eine Breite von 2,65 bis 3,10 m wegzuräumen hat. Die Schleuder wird mit einer Geschwindigkeit von 5 km/h fortbewegt, u. zw. mit Hilfe einer elektrischen Lokomotive (Abb. 3). Auf einem zweiachsigen Laufgestell ruht das Kastenuntergestell mit der auf einer Seite angebauten Schleudervorrichtung und dem aufgesetzten Holzkasten. Vermöge einer Drehpfanne in der Mitte des Laufgestells kann das Kastenuntergestell mit der Schleudereinrichtung bei Umkehrung der Fahrtrichtung von Hand um 180° gedreht werden. Der Schleudermechanismus besteht aus 2 Schaufelrädern von 1,2 m Dmr., von denen jedes in ein Stahlblechgehäuse eingebaut ist und bei Normalbetrieb 350 U/min macht. Über der Schleudereinrichtung befindet sich eine vom Fahrzeuginnern zu betätigende Lenkvorrichtung, mit welcher der wegzuschleudernde Schnee je nach den Geländeverhältnissen nach links oder rechts oder gleichzeitig nach beiden Seiten gelenkt wird. Die beiden Motoren haben eine Stundenleistung von je 130 PS bei 1800 U/min und eine Dauerleistung von 100 PS bei 1950 U/min; die beiden großen Vorgelege-Zahnräder sind durch 2 kleine Zwischenzahnräder miteinander gekuppelt, um die Motoren auch bei ungleicher Schneeverteilung genau gleich zu belasten. Um bei kleinen Belastungen dem Motor vorwiegend Nebenschlußcharakteristik zu geben, hat man die Serienmotoren mit einer Zusatzwicklung versehen. Die Strom-

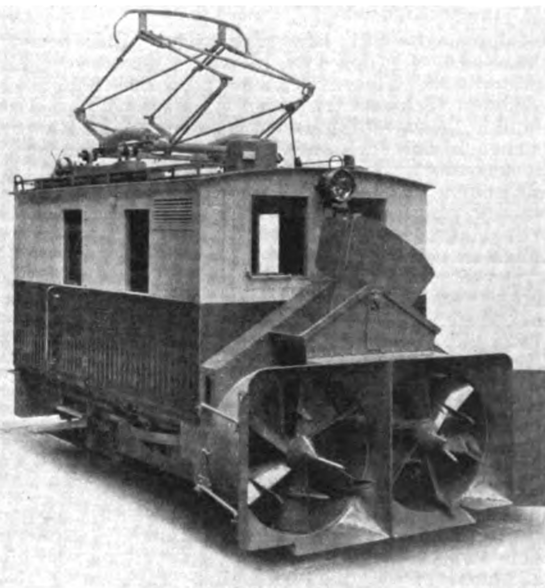


Abb. 3. Elektrische Schneeschleudermaschine.

zuführung erfolgt durch einen mittels Seilzuges betätigten Pantographenstromabnehmer. Das Gewicht der betriebsfertigen Schneeschleudermaschine beträgt 13 t. (E. Hugentobler, Brown Boveri Mitt. Baden Bd. 19, S. 63.) *Ka.*

Einphasen-Gleichstrom-Umformerlokomotive der österreichischen Bundesbahnen. — Zu dem Rundschau-Bericht gleichen Titels auf S. 704 der ETZ d. J. möchte der Verfasser zufolge eines Hinweises des Herrn Dr. Grabner folgendes richtigstellen.

Das Auftreten von Wechselspannungen bzw. starken Schwankungen der Gleichspannung wird durch die Reihenschaltung der beiden Umformerhälften zwar nicht verhindert, wenn der Umformer ganz außer Tritt fällt und asynchron läuft, jedoch praktisch vermieden bei den kleinen Drehzahlabweichungen des Umformers, wie sie z. B. bei ungleichmäßigem Lauf der Stromabnehmer zu befürchten sind.

Die Fahrmotor-Klemmenspannung beträgt nicht 350, sondern 560 V, so daß die Gesamtzahl der in der Maschine vorhandenen Kommutatorbürsten nicht doppelt so groß, sondern nur etwa die gleiche wie bei der gewöhnlichen Einphasenlokomotive für 16⅔ Hz ist. Daher wird auch die neue Maschine zur Instandhaltung der Kommutatoren und Bürsten grundsätzlich keinen Mehraufwand gegenüber der heutigen Einphasenlokomotive bedingen.

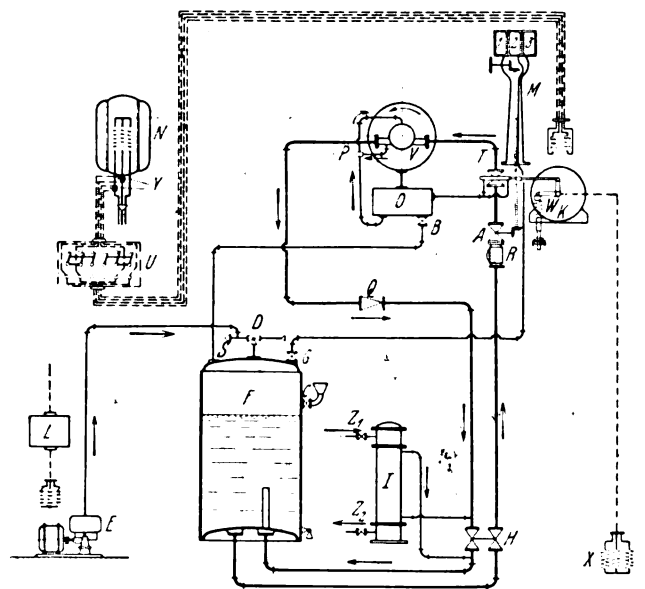
Bezüglich der von dem Berichter auf S. 705, linke Spalte, vorletzter Absatz, erwähnten Gegenüberstellung der Einheitsgewichte von Einphasenlokomotiven und Umformerlokomotiven verweist Herr Dr. Grabner auf einen von ihm verfaßten Artikel, der demnächst in der ETZ erscheinen wird. *Tf.*

Elektrische Antriebe.

Synchronmotor zum Antrieb eines Schwungradumformers. — Die Metropolitan Vickers Electrical Co., Ltd. hat zum Antrieb eines Schwungradumformers den Synchronmotor verwandt, indem sie zwischen den letzteren und das Schwungrad eine Kupplung schaltete, die mit Preßöl gefüllt wird. Die Anordnung ist zurückzuführen auf das in den V. S. Amerika hervortretende Streben, den Asynchronmotor möglichst durch den Synchronmotor zu ersetzen. Der Motor, dem auch die Leistungsfaktorverbesserung übertragen werden kann, hat im vorliegenden Fall eine Leistung von 625 PS, das Schwungrad wiegt 10 t, der Gleichstromgenerator leistet 625 kW und die Synchrongeschwindigkeit des Maschinensatzes beträgt 800 U/min. Der Motor läuft mit konstanter Drehzahl und treibt bei Voll-

[1] C. G. Klein, Licht u. Lampe Bd. 20, S. 163 u. 191.

last die Schwungradgeneratorwelle mit einem Schlupf von 2 ... 3 %. Der Schlupf der Kupplung ist direkt proportional ihrer Füllung, so daß durch Regelung der Ölzufuhr der Schlupf verändert werden kann. Das Regelungsventil *T* (Abb. 4) wird betätigt durch einen Motor *K*, der den Füllungsgrad der Kupplung als eine Funktion der Belastung des Synchronmotors einstellt. Durch Einstellung der Feder *W* kann man den Punkt festlegen, bei dem der Belastungsausgleich erfolgen soll. Das Drucköl zirkuliert über einen Druckbehälter, in welchem der Druck



A	*B*, *G*. Ventile	*L*	Kompr.-Schalter	*T*	Regelungsventil
C	Fülltrichter	*M*	Kontrollsäule	*U*	Schalter für Motor *K*
D	Dreiwegehahn	*N*	Synchronmotor	*V*	hydraulische Kupplung
E	Kompressor	*O*	Sumpftank	*W*	Regelungsfeder
F	Druckkessel	*P*	Ejektor	*X*	Widerstand für Motor *K*
H	selbsttätiges Ventil	*Q*	Rückschlagventil	*Y*	Reihentransformatoren
I	Kühler	*R*	Ölfilter	Z_1	Zuflußleitung
K	Motor	*S*	Entlastungsventil	Z_2	Abflußleitung

Abb. 4. Schema einer selbsttätigen Schlupfregelung.

zunächst durch einen kleinen Kompressormotor *E* erzeugt wird. Wenn die Kupplung in Betrieb ist, wird der Kompressor ausgeschaltet. Mit Hilfe eines von Hand bedienten Ventils *A* kann man die Ölzufuhr an- und abstellen. Sobald die Drehzahl des Umformers soweit gefallen ist, daß die Ölzirkulation in Frage gestellt wird, unterbricht das Ventil *H* die Ölzirkulation selbsttätig. (Electr. Rev. 1931, S. 535; Iron Coal Trad. Rev. 1931, S. 153.) *Ill.*

Fernmeldetechnik.

Über die Beseitigung von Störgeräuschen in beeinflußten Fernsprech-Kabelleitungen. — Werden Fernsprechanlagen von Starkstromanlagen beeinflußt, so können in den Endapparaten Störgeräusche wahrnehmbar werden. Um die Störgeräusche zum Verschwinden zu bringen, ist nicht erforderlich, daß die in den Leitungen auftretenden Spannungen zum Verschwinden gebracht werden. Es genügt, wenn die Spannungen der beiden Adern am Ende gleich sind, und hierzu ist lediglich erforderlich, daß die Leitungen in ihrem ganzen Verlauf gewisse Symmetrie-Eigenschaften aufweisen. Lassen sich die Bedingungen hierfür angeben, so ist zur Lösung der Aufgabe der Befreiung von Störgeräuschen also auch nicht erforderlich, auf den äußerst verwickelten Vorgang der Übertragung und Ausbreitung von Störströmen näher einzugehen. Wenn die Form dieser Bedingungen bekannt ist, kann das Maß der zulässigen Unsymmetrie in jedem Teil aus der Erfahrung gewonnen werden, ohne daß es erforderlich wäre, allzuweit auf die Festsetzung geeigneter physiologischer und elektrischer Maße für die Geräusche einzugehen, die z. Z. noch auf erhebliche Schwierigkeiten stößt.

Für eine einzelne von einem geerdeten Mantel umgebene Doppelleitung genügt es, zu fordern, daß die beiden Teilkapazitäten der Adern gegen den Mantel, die „Erdkapazitäten", gleich sind. Für eine Doppelleitung in einem vielpaarigen Kabel läßt sich eine ähnlich einfache Bedingung angeben, jedoch sind hier nicht, wie man bisher annahm, die gewöhnlich als „Erdkapazitäten" bezeichneten Teilkapazitäten maßgebend. Sind die in den beiden Adern einer Doppelleitung in einem vielpaarigen Kabel induzierten Spannungen gleich, was stets angenommen werden kann, so werden zu jedem benachbarten Leiter von beiden Adern nur dann gleiche Ströme abfließen, wenn die entsprechenden Teilkapazitäten gegen jeden dieser Leiter für sich gleich sind, insofern diese Nachbarleiter noch selbst wieder infolge der Induktion verschiedene Spannungen annehmen. Ähnlich wie bei der gemantelten Doppelleitung die „Erdunsymmetrie", gibt hier jede dieser Teilunsymmetrien Anlaß zu einem in der Doppelleitung umlaufenden Strom, der sich also als Störgeräuschstrom an das Ende der Leitung fortpflanzt; zur Beseitigung der Störgeräusche müßte also jede solcher Unsymmetrien gesondert ausgeglichen werden.

Nun hat man bei der Doppelleitung im vielpaarigen Kabel die Teilkapazität einer Ader gegen die gesamte Umgebung (bei Vierern ausschließlich des zweiten Paares) auch wieder kurz als Erdkapazität bezeichnet. Nach dem eben Gesagten kann daher der bisher gebräuchliche Ausgleich dieser „Erdunsymmetrien" nicht die Störgeräusche beseitigen. Zur Berücksichtigung der Spannungen der Nachbarleiter genügt beim vielpaarigen Kabel, anzunehmen, daß alle Leitungen derselben Lage im Kabel und annähernd auch die einzelnen Lagen die gleiche Spannung annehmen. Die sämtlichen Teilkapazitäten einer Ader gegen Nachbaradern sind unter Beeinflussung stromlos, die entsprechenden Unsymmetrien liefern keinen Beitrag zum Störgeräusch. Nur in der äußeren Lage bestehen Spannungsunterschiede, nämlich zwischen Ader und Mantel. Beträchtliche Störgeräusche können daher nur in den Leitungen der äußeren Lage auftreten. Sie werden verursacht durch die Teilunsymmetrien der Doppelleitungen gegen den Mantel. Zur Beseitigung von Störgeräuschen genügt also allein schon die genügende Herabsetzung dieser „Außenunsymmetrie". Die Messung dieser Teilunsymmetrien erfolgt unter Verwendung eines Wagnerschen Hilfszweigs, mittels dessen alle übrigen Adern auf die Spannung der zu messenden Adern gebracht werden. Die so gemessenen Unsymmetrien können mit den bekannten Verfahren (Kreuzen oder Kondensatoren) mit jeder erforderlichen Genauigkeit ausgeglichen werden. Sollen die im allgemeinen geringen Spannungsunterschiede zwischen den einzelnen Lagen berücksichtigt werden, so ist für jede Doppelleitung einer mittleren Lage eine entsprechende Innen- und Außenunsymmetrie gesondert — etwa durch Kreuzen — auszugleichen.

Das Entgegenkommen der Eisenbahndirektion Berlin ermöglichte der AEG, ausführliche Versuche an einem freigeschalteten 61paarigen Kabel längs der elektrisierten Berliner Stadtbahn auf der 12,3 km langen Strecke Charlottenburg—Schlesischer Bahnhof anzustellen. Trotz gewisser örtlicher Schwierigkeiten konnte gezeigt werden, daß durch den Ausgleich der Außenunsymmetrien in der äußeren Lage die mittlere Geräuschspannung von 5,25 mV auf 1,05 mV sank. Bei Durchführung eines Ausgleichs der „Erdunsymmetrien" in der bisher gebräuchlichen Form stieg dagegen die Geräuschspannung in der äußeren Lage im Mittel auf 8,65 mV. In den inneren Lagen, in denen ohne Ausgleich die Geräuschspannungen unter 0,25 mV lagen, traten dann Werte bis zu 30 mV auf. Welches Maß der Außenunsymmetrie bei einer beeinflußten Anlage noch zulässig ist, läßt sich rechnerisch allgemein nicht festlegen, da ja für die am Ende der Leitung auftretenden Geräuschspannungen die übrigen Faktoren, wie Länge der beeinflußten Strecke, Eigenschaften der angeschalteten unbeeinflußten Leitungen, Induktionsschutz der Kabel durch die magnetischen Eigenschaften der Armierung, mitbestimmend sind.

Die steigenden Anforderungen an die Symmetrie der Fernsprechleitungen mit Rücksicht auf die gegenseitigen Störungen (Nebensprechen) haben, wie die Erfahrung zeigt, bereits dazu geführt, daß bis jetzt noch keine beeinflußte Kabelanlage bekannt geworden ist, bei der unzulässig große Störgeräusche infolge ungenügender Symmetrie der Leitungen aufgetreten wären. Da bei beeinflußten Anlagen öfters ohne Schaden der „Erdsymmetrie-Ausgleich" angewandt wurde, der noch eine Verstärkung der Störgeräusche bewirken kann, darf ohne weiteres angenommen werden, daß im allgemeinen die Fernsprechkabel heutiger Bauart schon ohne Ausgleich den Anforderungen an die Störfreiheit genügen. Der Ausgleich, der also nur unter besonderen Verhältnissen oder unter Rücksichtnahme auf gesteigerte Anforderungen in Frage kommt, ist wie der gebräuchliche Nebensprech-Ausgleich feldweise vorzunehmen. Bei der zur Beurteilung einer fertig verlegten Anlage vorgeschlagenen Scheinwiderstandsymmetrie-Messung wäre zum mindesten gleichfalls die Umgebung der

Doppelleitung auf die gleiche Spannung wie diese zu bringen. Sichere Angaben über die „Störanfälligkeit" der Anlage können solche Messungen aber nicht liefern.

Die hier geschilderte Zurückführung der Entstehung von Störgeräuschen in Kabelleitungen auf die Unsymmetrien von Teilkapazitäten, die Teile der bisher fälschlich berücksichtigten „Erdkapazitäten" sind, werden von H. Jordan in einer Mitteilung an den 3. Berichterausschuß an den CCI, Brüsseler Tagung 1930, Gelbbuch S. 733, Appendice D, behandelt und zur Ableitung des Ausgleichverfahrens benutzt. In erweiterter Form behandelt H. Jordan den gleichen Gegenstand in Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 421 (1931) mit Zahlenangaben über die Teilungsymmetrien in Kabeln und einem Hinweis auf die Ergebnisse der Stadtbahn-Versuche, über die mit ausführlichen Zahlenangaben Geise und Plathner berichteten. Gleichzeitig mit der Drucklegung des Aufsatzes von Jordan in Elektr. Nachr.-Techn. schildert Collard das gleiche Ausgleichverfahren, das er allerdings ohne Bezugnahme auf die Verhältnisse der Teilkapazitäten, allein aus Betrachtungen über die Spannungsverteilung im Querschnitt ableitet unter Hinweis auf ein britisches Patent von 1928, das leider bisher nicht allgemein bekannt war. Im Europ. Fernsprechdienst teilt Dohmen mit, daß die deutsche Reichspostverwaltung in erforderlichen Fällen den beschriebenen Störgeräusch-Ausgleich im deutschen Fernkabelnetz durch die Deutsche Fernkabel-Gesellschaft, soweit ein solcher notwendig erscheint, ausführen läßt. Im CCI wird die Frage der erforderlichen Begrenzung der Außenunsymmetrien behandelt werden. (H. Jordan, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 421. Geise u. Plathner, Elektr. Bahnen Bd. 7, S. 161. Collard, Electrician Bd. 106, S. 316. Dohmen, Europ. Fernsprechdienst 1932, H. 27, S. 48.) *Jd.*

Vereinigte Fernsprech- und Gegenfernseh-Einrichtung in Frankreich. — Nachdem vor Jahren schon in Deutschland eine Einrichtung geschaffen worden ist, die es gestattet, daß zwei miteinander Telephonierende sich gegenseitig sehen, haben jetzt die Franzosen R. Lyon und A. T. Stojanowsky eine gleichartige Anlage gebaut. Sie benutzen dabei das englische Fernsehsystem Baird. Eine solche Seh-Sprechverbindung hat die französische Zeitung Le Matin vor kurzem zwischen ihrem Geschäftshaus und dem Warenhaus Galeries Lafayette in Paris in Betrieb genommen.

Als Zerlegerorgan dient senderseitig eine mit 24 quadratischen, spiralförmig angeordneten Löchern versehene Scheibe, die 750 U/min ausführt. Im Fernsehempfänger wird das Bild mit Hilfe einer Spiegeltrommel zusammengesetzt, die auf ihrem äußeren Rand 24 kleine Spiegel enthält. Der Bildwechsel beträgt 12,5/s. Zur Erhaltung des Gleichlaufs zwischen den die Lochscheibe und die Spiegeltrommel antreibenden Motoren wird ein besonderes Synchronisierzeichen mitübermittelt, das mit Hilfe eines Elektromagneten eine Zahnradkupplung betätigt, sobald der Gleichlauf auszusetzen droht. Da die Fernsehbilder über Drahtleitungen übertragen werden, ist dieses Synchronisierverfahren mit Vorteil verwendbar. Bei Funkübertragungen wird der Synchronisierstrom zwischen den einzelnen Bildstromstößen übermittelt in den Augenblicken, wenn die Photozellen nicht belichtet sind. Damit die miteinander sprechenden Personen beim Abtasten durch den Lichtstrahl nicht geblendet werden, benutzt man die unsichtbaren infraroten Strahlen, die das Bild des Partners in dem kleinen rechteckigen Fenster der Empfangseinrichtung erscheinen lassen, obwohl er sich in einem verdunkelten Raum aufhält. Zur Ton- und Bildübertragung werden drei Leitungen benötigt. Die Bildübertragungsleitungen müssen Frequenzen bis zu mindestens 10 000 Hz unverzerrt durchlassen.

Es besteht die Absicht, weitere Anlagen dieser Art zwischen den Zweigstellen des genannten Warenhauses in Paris, Lyon und Nizza zu errichten. (Génie Civ. Bd. 101, S. 29.) *Gth.*

Bergbau und Hütte.

Elektrokarren unter Tage. — In den Untertagebetrieben der Kaliindustrie sind seit einiger Zeit auf einem Werra-Kaliwerk Elektrokarren eingeführt, die daselbst für die Mannschaftsförderung verwendet werden. Die für die Förderung in Kalibergwerken in Anwendung stehende Seilbahnförderung gestattet es nämlich nicht, auch die Arbeiter vom Schacht zur Arbeitsstelle und zurück zu befördern. Da es sich hierbei jedoch oft um große Entfernungen von 3 km und mehr handelt, und da einmal die Arbeiter schon ermüdet an ihrer Arbeitstelle eintreffen und anderseits die Zeit für die Zurücklegung des Weges als Arbeitszeit verloren geht, wird dieser Zustand als unangenehm und unwirtschaftlich empfunden. Er wird durch den Elektro-Führersitz-Karren der AEG behoben, der aus Abb. 5 zu ersehen ist. Ein dachartig angebrachtes Drahtgitter verhindert ein Aufsehen der Leute und somit ein Gefährden während der Fahrt durch Anstoßen an der Firste. Die Karren verkehren zwischen den beiden Seilbahnen unmittelbar auf der gehärteten und geebneten Streckensohle. In diesem Falle war bezüglich der Bremsen auf die vorhandenen Steigungen bzw. Gefälle, die zwischen 2 und 5 % schwanken, Rücksicht zu nehmen. Um die vorgeschriebene



Abb. 5. Elektro-Führersitzkarren während der Mannschaftsförderung im Untertagebetriebe eines Kalibergwerkes.

Höchstgeschwindigkeit von 10 km einhalten zu können, wurden entsprechend abgestimmte elektrische Bremsen eingebaut, die bekanntlich sehr einfach zu betätigen und keinerlei Abnutzung unterworfen sind. Die Karren sind mit Batterien der Panzerplatten-Bauart der AFA ausgerüstet, von denen jede aus 40 Zellen mit einer Kapazität von 240 Ah bei fünfstündiger Entladung besteht. Die Zellen der Batterie sind vollkommen geschlossen, so daß Salzstaub in stärkerem Maße nicht in die Zellensäure eindringen kann und somit eine Gefährdung für die Lebensdauer der Platten ausgeschlossen ist. Die Aufladung der Batterie erfolgt in einer unweit des Schachtes eingerichteten Ladestation. Die mit Pöhlerschaltern vollkommen selbsttätig arbeitende Ladeeinrichtung führt die einwandfreie Aufladung der Batterien während der Nachtzeit durch. Unter Verwendung eines Anhängewagens können je Fahrt etwa 50 Leute befördert werden.

Die wirtschaftlichen und ideellen Erfolge dieses für den Bergbau unter Tage neuartigen und den Verhältnissen des Kalibergbaus an der Werra angepaßten Fördermittels entsprechen in jeder Beziehung den Erwartungen. Durch die Verkürzung der Zeit für den An- und Abmarsch werden je Mann und Schicht etwa 60 min an Förderzeit gewonnen, was als wesentliche Leistungssteigerung zu buchen ist. Diese erzielten günstigen Ergebnisse sind durch die erforderliche Ausbesserung der Fahrwege nur unwesentlich beeinflußt worden. *Sgm.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Untersuchung der elektrischen Feldverteilung in Flüssigkeiten mittels der elektrischen Doppelbrechung[1]. — Die Erscheinung des Sättigungsstromes und die Vorgänge bei der elektrischen Entladung in dielektrischen Flüssigkeiten sprechen für Feldverzerrungen, hervorgerufen durch Raumladungen, auch wenn nach der geometrischen Anordnung ein homogenes Feld bestehen würde (Plattenanordnung). Deshalb hat die Feldverteilung in flüssigen Dielektriken schon frühzeitig zu Untersuchungen Anlaß gegeben. In einer Reihe von Arbeiten wurde durch Sonden das elektrische Feld erforscht. Es ergeben sich danach auch Abweichungen vom normalen Feldverlauf, hauptsächlich Feldanstieg an den Elektroden. Die aufschlußreichste Arbeit unter diesen Untersuchungen ist wohl die von E. Warburg[2], die jedoch darauf verzichtet, aus den Sondenmessungen die Feldverteilung zu er-

[1] J. Dantscher, Dr.-Diss. T. H. München 1931.
[2] E. Warburg, Wied. Ann. Physik Bd. 54, S. 396 (1895).

mitteln, sondern lediglich die Widerstandsänderungen feststellt. Es ergeben sich dadurch verschiedene Typen, die sich durch die charakteristischen Vorgänge vor der Kathode bzw. Anode unterscheiden; auch tritt bei der Anordnung Spitze—Platte ein zeitlicher Ausgleich der polaren Unterschiede auf. Die störenden Einflüsse lassen sich jedoch bei der Sondenmessung nie ganz vermeiden, so daß aus den Messungen nur schwer der wahre Feldverlauf abgeleitet werden kann. Bei der vorliegenden Arbeit wurde daher die Feldverteilung auf optischem Wege durch die Beobachtung des Kerr-Effektes ermittelt. Sie wurde aus der photographischen Aufnahme der Verschiebung der neutralen Faser im Rayleighschen Kompensator erhalten. Die Untersuchung wurde an Chlorbenzol durchgeführt; daneben kam auch Toluol zur Verwendung. Die mittleren Feldstärken, bei denen gearbeitet wurde, sind für Chlorbenzol 8,5 ... 38 kV/cm, bei Toluol 22 ... 190 kV/cm. Die Reinigung der Flüssigkeit erfolgte durch Ultrafiltration, verbunden mit Trocknung im Vakuum. Die erhaltenen Feldverteilungskurven sind vollkommen reproduzierbar, d. h. die beobachteten Veränderungen werden immer wieder unter den gleichen Umständen erhalten.

Bei der Gleichspannungsbeanspruchung zeigt Chlorbenzol einen Feldanstieg an der Kathode, der mit der Zeit verschwindet, so daß schließlich das Feld homogen ist. Dieser elektrische Reinigungsvorgang ist jedoch reversibel, da beim Umpolen bzw. längerem Abschalten der Vorgang sich immer wiederholt. Die Feldverzerrung und die Zeitdauer des Feldausgleiches nehmen mit der Feuchtigkeit und dem Elektrodenabstand zu. Aus der Feldverteilung ergibt sich eine konstante positive Raumladung im ganzen Elektrodenraum sowie eine vor der Kathode sich stauende; beide werden mit der Zeit abgebaut. Unmittelbar nach dem Einschalten treten zum Teil besondere Erscheinungen auf. Bei Wechselspannung zeigt gereinigtes wie feuchtes Chlorbenzol homogenes Feld. Toluol ergab, soweit die Versuchsbedingungen verändert werden konnten, auch bei Gleichspannung keine Feldverzerrung; es kamen wegen der kleineren Kerr-Konstante höhere Feldstärken zur Anwendung. Mit Rücksicht darauf, daß eine Reihe von Autoren ebenfalls Feldverzerrungen bei flüssigen Dielektriken nachgewiesen haben — schon die Beobachtungen von G. Quincke[1] über die Veränderung der elektrischen Doppelbrechung in isolierenden Flüssigkeiten weisen in diese Richtung — ist es daher von Wichtigkeit, bei der Bestimmung der Kerr-Konstante auf diese Fehlerquelle zu achten; diese kann zum Teil die Ursache der starken Streuung der Werte für die Kerr-Konstante von Schwefelkohlenstoff und Nitrobenzol sein, die von den verschiedenen Autoren gemessen wurden. (J. Dantscher, Ann. Physik Bd. 9, S. 179.) *Sb.*

Hochspannungstechnik.

Elektrische Kraftübertragung und Blitzgefahr. — Statistische Untersuchungen über 25 Jahre haben uns gelehrt, daß durch das Zunehmen der Überlandleitungen tatsächlich eine Beeinflussung der klimatischen Verhältnisse stattgefunden hat. Die Leitungen schließen das Luftfeld kurz und ionisiereren die Atmosphäre, soweit sie mehr oder weniger glimmen. Die Untersuchungen von A. Boutaric[2] haben in Übereinstimmung mit dem Verfasser ergeben, daß das Vorhandensein von Leitungen die Blitzbildung eher erschwere als begünstige. Der Blitz hat ja eine gewisse Neigung für quellenreiche Gegenden und für alle Stellen, an denen die Ionisation der Luft abschnittweise erhöht ist. (In Deutschland sind das vorzugsweise Moore und Trennschichten verschiedener Gesteine. Anm. d. Berichters.) Man hat auch in Amerika festgestellt, daß nur die oberen und unteren Leiter eines Leitungstranges getroffen werden. Die Ionisation der Luft durch Korona begünstigt eben die Einschlaggefahr der äußeren Leiter. (Daß deutsche Erfahrungen auch Einschläge in Mittelleiter feststellten, widerlegt nicht die amerikanische Statistik. Die dort aufgebrachten Seile liegen oft wesentlich näher der Glimmspannung als in Deutschland üblich. Anm. d. Berichters.) Bringt man nun in die Nähe der Erdseile und Mastspitzen aktive Ionisatoren, so werden diese Punkte bevorzugte Einschlagstellen, und die Leitung bleibt störungsfrei. Schon B. Scillard[3] hat mit radioaktiver Substanz aktivierte Blitzableiter hergestellt. Diesen Erfahrungen und Überlegungen folgend, wurden neue Blitzableiter entwickelt, deren Anwendung auf Masten und anderen Objekten möglich ist. Auf die Mastspitze wird eine Ableiterspitze gesetzt, welche einen Teller mit der aktiven Substanz[1] trägt. Dieser ist aus keramischer Glasur, deren α-Absorptionskoeffizient gering ist. Das Erdseil wird von zwei geschlitzten Tellern umfaßt, welche ebenfalls aktive Substanz tragen. Die Spannungschwankungen, denen das Erdseil durch die unter Spannung stehenden Leitungen ausgesetzt ist, genügen, um die Emission hochgradig anzuregen. Bei einer weiteren Konstruktion für Gebäude und Maste ohne Erdseil wird die Anregungsspannung mittels Antennen erzeugt, welche im Luftfeld hängen oder mit einer Hilfspannung beschickt werden. Der Grad der Aktivierung soll den Erdstrom auf den 10^{12}fachen Betrag bringen. (Die Bewährung dieser Einrichtungen muß erst abgewartet werden. Anm. d. Berichters.) (C. Franck, Rev. gén. Électr. Bd. 29, S. 307.) *Hlz.*

Verschiedenes.

Große Meisterkurse der Stadt Frankfurt am Main für die Provinz Hessen-Nassau. — Von der Stadt Frankfurt a. M. werden im Winterhalbjahr 1932/1933 5 große Meisterkurse in den Frankfurter Berufschulen durchgeführt, von denen einer auch für Elektro-Installateure bestimmt ist. Die Kurse, die in erster Linie Handwerksmeistern die Möglichkeit zur weiteren Vervollkommnung geben, daneben aber auch Gehilfen zur Vorbereitung für die Meisterprüfung dienen sollen, liegen in der Tageszeit. Sie beginnen am 17. X. und schließen am 26. XI. Weitere Auskunft erteilt Direktor Th. Walter, Frankfurt am Main, Moltkeallee 23. *of*

Energiewirtschaft.

Die deutsche Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1930. — Die amtlichen Ergebnisse der Produktionsstatistik auf elektrizitätswirtschaftlichem Gebiet liegen leider erst für das Jahr 1930 vor. Hinsichtlich neuerer Ziffern muß man sich mit den monatlichen Erzeugungszahlen von 122, allerdings wohl der maßgebendsten Werke begnügen. Im Monatsdurchschnitt erzeugten diese Elektrizitätswerke

	Mill kWh	1929 = 100
1929	1408	100
1930 1. Hj.	1356	96,3
1930 2. Hj.	1346	95,6
1931 1. Hj.	1196	84,9
1931 2. Hj.	1181	83,9
1932 (Jan.-Mai)	1053	74,8

Die soeben veröffentlichten Ergebnisse der umfassenden Jahreserhebung 1930[2] zeigen, daß 1587 öffentliche Elektrizitätswerke über eine Leistungsfähigkeit von 7,96 Mill kW (Zunahme gegenüber dem Vorjahr 6,2 %) und eine Stromerzeugung von 15,91 Mrd kWh (— 2,9 %), die 5406 industriellen und gewerblichen Eigenanlagen über 5,21 Mill kW (+ 5,9 %) Nennleistung und 13,00 Mrd kWh (— 8,9 %) Erzeugung verfügten. Aus diesen Ziffern ist ein Rückgang der durchschnittlichen Jahresbenutzungsdauer der installierten Maschinenleistung zu erkennen, u. zw. bei den öffentlichen Werken von 2187 h auf 2000 h und bei den Eigenanlagen infolge der wirtschaftlichen Notlage zahlreicher Industriezweige und auch des Übergangs von der Eigenerzeugung zum Strombezug von 2899 h auf 2495 h.

Insgesamt hat sich die Leistungsfähigkeit aller Kraftanlagen um 6,1 % auf 13,2 Mill kW erhöht und die deutsche Gesamtstromerzeugung gegen 1929 um 6 % auf 28,9 Mrd kWh vermindert.

Von der gesamten Arbeitsmenge wurden erzeugt 36,4 % (nur bei den öffentlichen Werken 35 %) mit Steinkohle als Kraftquelle, 39 % (47,1 %) mit Braunkohle, 1 % (1 %) mit Mischung fester Brennstoffe, 13,8 % (16,3 %) mit Wasser, 8,4 (0 %) mit Gas und 1,4 % (0,6 %) mit sonstigen Kraftquellen.

Die amtliche Statistik gliedert die Gesamtleistungsfähigkeit und -erzeugung nach Ländern, für Preußen auch nach Provinzen. Es genügt, an dieser Stelle die Stromerzeugung nach Haupt-Wirtschaftsgebieten zusammenzufassen. An der Erzeugung aller öffentlichen Elektrizitätswerke sind beteiligt die Landesteile Rheinland-Westfalen mit 26,3 %, Brandenburg, Provinz und Land Sachsen mit zusammen 36,4 %, Bayern, Baden, Württemberg mit 15,1 % und das übrige Reichsgebiet mit 22,2 %; an der gesamten Stromerzeugung der Eigenanlagen lautet die prozentuale Beteiligung in dieser Reihenfolge 42,0 %, 25,1 %, 14,7 %, 18,2 %.

[1] G. Quincke, Wiedemanns Ann. Physik Bd. 10, S. 513 (1880); Bd. 59, S. 417 (1896) u. a.
[2] A. Boutaric, Rev. gén. Électr. Bd. 28, S. 865 (1930).
[3] B. Scillard, Compt. rend. Bd. 158, S. 695 (1914).

[1] R. v. Cauwenberghe u. G. Marchal, Rev. gén. Électr. Bd. 28, S. 331 (1930); Referat: ETZ 1931, S. 1202.
[2] Wirtsch. u. Statist. 1932, Nr. 11.

Zahlentafel 1. Leistungsfähigkeit und Stromerzeugung nach Wirtschaftsgebieten.

	Nennleistung d. Stromerzeug. 1000 kW	Stromerzeugung in Mill. kWh				
		insgesamt	davon aus Steinkohle	Braunk. u. Torf	Wasserkraft	Gas
Öffentliche Elektrizitätswerke						
Rheinland-Westfalen	1819	4188	1568	2441	152	1
Brandenburg, Prov. u. Land Sachsen	2938	5790	1324	4319	105	2
Bayern-Baden-Württemberg	1320	2405	339	99	1925	4
übriges Reich	1881	3529	2330	630	413	15
Deutsches Reich	7958	15912	5561	7489	2595	22
Eigenanlagen						
Rheinland-Westfalen	2179	5462	2695	565	72	1944
Brandenburg, Prov. u. Land Sachsen	1352	3259	240	2763	57	95
Bayern-Baden-Württemberg	620	1915	580	50	1202	39
Übriges Reich	1059	2366	1441	406	75	335
Deutsches Reich	5210	13002	4956	3784	1406	2413

Bei den öffentlichen Elektrizitätswerken ist in den süddeutschen Landesteilen die Generatorenleistung dem Vorjahr gegenüber mit 11,6 % am stärksten gestiegen, die Erzeugung mit 6,9 % am stärksten gesunken; in Rheinland-Westfalen betragen diese Änderungsziffern + 7,2 % und — 1,8 %, in Brandenburg und Provinz und Land Sachsen + 4,6 % und — 3 %. Die Eigenanlagen der Landesteile genannter Reihenfolge haben die Leistung um 4 %, 6,8 % und 8,5 % gesteigert; die Erzeugung erhöhte sich in Süddeutschland um 2,2 %, sie verminderte sich in Rheinland-Westfalen um 10,8 %, in Mitteldeutschland um 12,2 %.

Die Zahlentafel 1 gestattet auch eine Unterteilung der Stromerzeugung der einzelnen Wirtschaftsgebiete nach der Art der Kraftquelle. Bei den öffentlichen Elektrizitätswerken lagen 1930 die Verhältnisse folgendermaßen: In der Rheinprovinz, die mehr als ¼ der gesamten preußischen Produktion liefert, wurden 79 % des Gesamtstromes aus Braunkohle gewonnen, in Westfalen 91 % aus Steinkohle, in Brandenburg (ausschl. Berlin, wo nur Steinkohle verwendet wird), Provinz und Land Sachsen 97,4 % aus Braunkohle, in Bayern, Baden und Württemberg zusammen 80 % aus Wasserkraft und im übrigen Reich 67 % aus Steinkohle. Anders liegen die Verhältnisse aus produktionstechnischen Gründen bei den Eigenanlagen. Das Industriegebiet Rheinland-Westfalen erzeugt 49,3 % aus Steinkohle und 35,6 % aus Gas, den Rest vorwiegend aus Braunkohle, Brandenburg (einschl. Berlin) mit Provinz und Land Sachsen 84,8 % aus Braunkohle und die 3 süddeutschen Länder 62,8 % aus Wasserkraft.

Unterteilt man die Gesamterzeugung nach Größenklassen, so gelangt man zu folgenden Ergebnissen: Von der Bruttoarbeit der öffentlichen Elektrizitätswerke erzeugten 12 Werke mit einer Leistungsfähigkeit von je mehr als 100 000 kW 7,25 Mrd kWh (davon 80 % aus Braunkohle), d. s 45,6 % der Gesamtenergie, 132 Kraftanlagen mit einer Leistung zwischen 10 000 und 100 000 kW 6,70 Mrd kWh bzw. 42,1 %, 237 Werke mit 1000 bis 10 000 kW Nennleistung 1,53 Mrd kWh oder 9,6 %; die restlichen 0,43 Mrd kWh verteilen sich auf 1206 Werke mit weniger als 1000 kW Leistungsfähigkeit.

Eigenanlagen mit mehr als 100 000 kW gab es nur 2, deren eine 659 Mill kWh aus Braunkohle, die andere 372 Mill kWh aus Gas als Antriebskraft erzeugte. 100 Werke der Größenklasse 10 000 ... 100 000 kW gewannen 6,25 Mrd kWh = 48 vH der Gesamtarbeitsmenge der Eigenanlagen, 586 Werke mit einer Leistung zwischen 1000 ... 10 000 kW erzeugten 4,52 Mrd kWh oder 34,7 % und die 4718 kleinen, zum größten Teil nur zur Spitzendeckung bestimmten Anlagen 1,20 Mrd kWh.

Die 4 wichtigsten Selbstversorger mit einer Erzeugung von rd. 85 % derjenigen aller Eigenanlagen sind

	Anlagen	kW	Mrd kWh
Bergbau (Kohlen, Erz, Torf)	312	1 714 000	4,277
eisenschaffende Industrie	89	988 000	2,599
chemische u. metallurgische Industrie	255	819 000	2,887
Papierindustrie u. Vervielfältig.-Gewerbe	536	385 000	1,308.

Dem Vorjahr gegenüber ging die Stromerzeugung der Eisenindustrie um 20 %, der chemisch-metallurgischen Industrie um 12 % zurück, während Bergbau und Papierindustrie etwa die Vorjahrshöhe einhalten konnten. Ferner erzeugten u. a. 1165 Anlagen der Gruppe Textilindustrie und Bekleidungsgewerbe 569 Mill kWh, 766 Anlagen der eisen- und metallverarbeitenden Industrie 411 Mill kWh und 873 Anlagen der Nahrungs- und Genußmittelindustrie 361 Mill kWh.

Über die interessante Frage der Besitzverhältnisse gibt die Statistik 1930 erstmalig Auskunft. Besitz oder Beteiligung der öffentlichen Hand spielt bei den Eigenanlagen keine bedeutende Rolle. 5244 (97 %) Kraftanlagen mit 4,84 Mill kW (92,9 %) Leistung und 11,7 Mrd kWh (89,9 %) sind reine private Anlagen; an 14 privaten Anlagen mit einer Erzeugung von rd. 1 Mrd kWh ist die öffentliche Hand beteiligt.

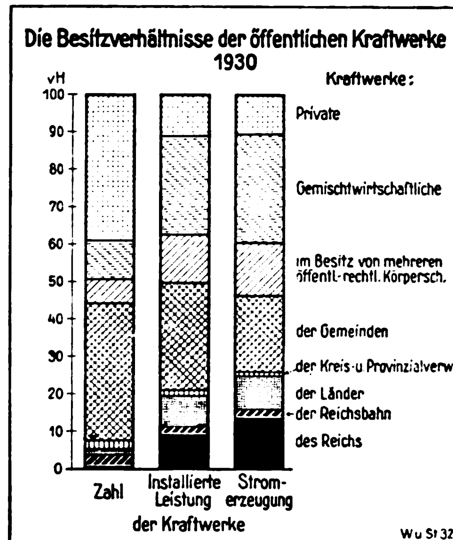


Abb. 6.

Die Besitzverhältnisse der öffentlichen Elektrizitätswerke zeigen Abb. 6 und nachfolgende Aufstellung:

Besitzverhältnisse der öffentlichen Elektrizitätswerke	Zahl der Kraftanlagen	Installierte Leistung 1000 kW	Stromerzeugung Mill kWh	durchschnittliche jährl. Benutzungsdauer h
Im Besitz des Reiches	7	741,8	2246,6	3029
der Reichsbahn	54	134,0	256,2	1912
„ Länder	25	685,8	1470,8	2145
„ Provinzen	8	26,5	50,7	1883
„ Kreise	23	61,9	54,7	884
„ Gemeinden	586	2312,6	3296,1	1425
von mehreren öffentl. Körperschaften	102	1018,4	2227,7	2178
private, an denen die öffentl. Hand satzungsgemäß beteiligt ist	165	2098,9	4617,8	2200
rein private	617	878,2	1690,9	1925
zusammen	1587	7958,1	15911,5	1999

Es entfielen von der Gesamterzeugung auf die ausschließlich im Besitz der öffentlichen Hand befindlichen Kraftanlagen 26 %, auf die gemischtwirtschaftlichen Werke 20 % und auf die privaten Kraftanlagen 54 %; bei den öffentlichen Elektrizitätswerken allein lauten die Beteiligungsziffern 60 %, 29 % und 11 %. Die durchschnittliche Beteiligung der öffentlichen Hand an den gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen beträgt 50 %.

Die rein privaten Kraftwerke erzeugten in Preußen 8 %, in Sachsen weniger als 1 %, in Bayern und Baden 32 %, in Thüringen 67 % und im übrigen Reichsgebiet 6 % der Gesamtarbeitsmenge aller öffentlichen Elektrizitätswerke.

Abschließend sei noch mitgeteilt, daß von der gesamten im Inland verbrauchten elektrischen Arbeit, d. s. 26,3 Mrd kWh, entfielen: auf die Industrie 21,1 Mrd kWh — davon Bergwerksbetriebe, Kokereien usw. 4,2, Hochöfen, Stahl- und Walzwerke 2,6, Papier- und Zellstofffabriken 1,7, chemische Fabriken und Metallhütten 5,9 —, ferner auf Bahnbetriebe 1,5 Mrd kWh, auf landwirtschaftliche Betriebe 0,66 Mrd kWh, auf öffentliche Beleuchtung 0,19 Mrd kWh und auf sonstige, hauptsächlich Haushaltstrom-Verbraucher 2,9 Mrd kWh.

Von dem genannten Inlandsbedarf in Höhe von 26,3 Mrd kWh entstammten 13,5 Mrd kWh dem Verkauf öffentlicher Elektrizitätswerke und 0,5 Mrd kWh dem Verkauf gewerblicher Eigenanlagen, während die restlichen 12,3 Mrd kWh unmittelbar in den Verbrauch der Eigenversorgungsunternehmungen übergingen. Die Abb. 7 zeigt, daß von den im vorigen Absatz genannten Ver-

brauchsziffern der wichtigsten Verbrauchergruppen auf den Stromkauf (der Rest auf Eigenversorgung) entfielen: beim Bergbau 10,7 %, bei der Eisenindustrie 23,9 %, bei der Papier- und Zellstoffindustrie 27 %, bei der chemischen und metallurgischen Industrie 50,8 %, bei der übrigen Industrie 68,4 %, bei den Bahnen 76,5 %, in der Landwirtschaft 97 % und bei der öffentlichen Beleuchtung sowie im Haushalt und Kleingewerbe der gesamte Bedarf.

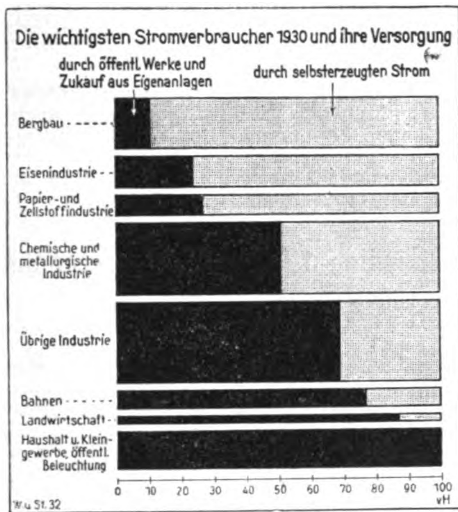


Abb. 7.

Der Außenhandel in elektrischem Strom belief sich auf 808 Mill kWh Einfuhr, vorwiegend aus der Schweiz, dem Saargebiet und Frankreich und 136 Mill kWh Ausfuhr nach dem Saargebiet und Grenzländern. (Wirtsch. u. Statist. 1932, S. 326.) *Al.*

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Der gewerbliche Rechtsschutz in der Notverordnung vom 14. VI. 1932. — Die Notverordnung vom 14. VI. 1932 bringt für das Gebiet des gewerblichen Rechtsschutzes einige Verbesserungen und Erleichterungen. In erster Linie werden die höheren Patentjahresgebühren herabgesetzt, u. zw. die 10. Jahresgebühr auf 250 RM (bisher 300 RM), die 11. auf 300 RM (400), die 12. auf 350 RM (500), während die Gebühren für das 13. ... 18. Patentjahr um je 200 RM verringert werden, so daß sie sich nunmehr auf 400, 500, 600, 700, 800, 1000 RM belaufen. Diese Herabsetzungen gelten für diejenigen Patentjahresgebühren, die in der Zeit vom 1. VII. 1932 bis 30. VI. 1934 fällig werden.

Es wird ferner die Bestimmung bis auf weiteres außer Kraft gesetzt, wonach die an sich grundsätzlich 10 % des in Frage kommenden Betrages ausmachende Zuschlagsgebühr für verspätete Zahlung von Jahres- oder Erneuerungsgebühren mindestens 5 RM beträgt. Dadurch tritt nunmehr bei den Gebühren unter 50 RM eine kleine Ermäßigung ein.

Das Patentamt hatte bisher, ohne eigentliche gesetzliche Festlegung, den schwierigen wirtschaftlichen Verhältnissen entgegenkommend, dadurch Rechnung getragen, daß es auf begründeten Antrag hin die Absendung der Benachrichtigung nach § 8 PG. um mehrere Monate hinausgeschoben hat, die für die Gebührenzahlungen mit Zuschlag die letzte Frist von einem Monat in Kraft setzt. Diese Praxis wird nunmehr gesetzlich in der Weise festgelegt, daß für Patente, Gebrauchsmuster und Warenzeichen das Patentamt auf Antrag eines Schutzrechtinhabers, der seine Bedürftigkeit nachweist, die Absendung der die letzte Frist in Gang setzenden Nachricht hinausschieben kann. Es bleibt zu hoffen, daß das Patentamt die Prüfung der Bedürftigkeit in derselben verständnisvollen Weise handhabt, wie das bisher geschehen ist. Das Patentamt kann die Hinausschiebung davon abhängig machen, daß innerhalb von Fristen, die es festsetzt, Teilzahlungen auf die Jahresgebühr geleistet werden. Wird aber eine solche Teilzahlung nicht fristgemäß geleistet, so benachrichtigt das Patentamt den Schutzrechtsinhaber, daß das Schutzrecht erlischt, wenn der Restbetrag der Jahresgebühr und der nach diesem Restbetrag zu berechnende zehnprozentige Zuschlag nicht binnen eines Monats nach Zustellung gezahlt werde. Falls das Schutzrecht dann wegen Nichtzahlung des Restbetrages erlischt, werden allerdings bereits geleistete Teilzahlungen nicht erstattet. Für Gebrauchsmuster ist dabei insofern eine Änderung gegenüber dem bisherigen Zustand vorgesehen, als die Zahlung der Verlängerungsgebühr zunächst innerhalb zweier Monate nach Beendigung der ursprünglichen Schutzfrist ohne Zuschlag gezahlt werden kann.

Für Warenzeichen hebt die Notverordnung die längst als verfehlt erkannte Bestimmung auf, daß bei Erneuerung des Warenzeichens die neue zehnjährige Schutzgebühr vom Tage der Einzahlung der Gebühr rechnet. Dadurch wurde eine vorzeitige Einzahlung geradezu mit dem Verlust des Restes der alten Schutzfrist bestraft, und es ergaben sich daraus für die Überwachung sowohl im Patentamt als auch bei den Schutzrechtsinhabern unnötige Komplikationen. Demgegenüber bestimmt die Notverordnung, daß bereits nach Ablauf von 9 Jahren seit dem Tage der Anmeldung oder der letzten Erneuerung die Erneuerungsgebühr eingezahlt werden kann, daß aber als Erneuerungstag das Ende der alten Schutzdauer gilt. Auch hier wird in Übereinstimmung mit der Regelung der Patente und Gebrauchsmuster die Zahlung innerhalb von 2 Monaten nach dem Ende der Schutzdauer noch ohne Strafzuschlag zugelassen.

Die Notverordnung bestimmt schließlich, daß bei Nichtigkeitsklagen im Verfahren vor dem Reichsgericht ein Patentinhaber, der seine Bedürftigkeit nachweist, von der Zahlung der Gerichtskosten einschl. der den Zeugen und Sachverständigen zu gewährenden Vergütung und den sonstigen baren Auslagen einstweilen befreit werden kann. Es werden die entsprechenden Vorschriften der Zivilprozeßordnung für anwendbar erklärt. Endlich enthält die Notverordnung noch Bestimmungen über Vereinfachung der Zustellung an Patentanwälte oder Rechtsanwälte im patentamtlichen Verfahren.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 27. September 1932, 20 Uhr[1] in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dr. Wilhelm Janovsky über das Thema: „Über elektrische Musikinstrumente, ihre Wirkungsweise und Aufgaben."

Inhaltsangabe:

1. Kurzer Überblick über die Merkmale eines musikalischen Tones und seine Entstehung.
2. Prinzipieller Aufbau der elektr. Musikinstrumente.
3. Verschiedene Methoden der Schwingungserzeugung.
4. Zusätzliche Mittel zur Klangfärbung.
5. Die verschiedenen Spielweisen.
6. Mittel zur Wiedergabe und Verstärkung.
7. Aufgaben der elektr. Musikinstrumente.
8. Beschreibung einiger ausgeführter elektr. Instrumente.

Im Anschluß hieran einige Vorführungen.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gastkarten für einzuführende Gäste sind in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins erhältlich. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel" am Knie, Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Vorsitzende:
Bücher.

[1] Bitte die Zeit genau zu beachten.

Einladung zum Bezug

der „Vierstelligen Tafeln der Kreis- und Hyperbelfunktionen sowie ihrer Umkehrfunktionen im Komplexen".

Im Rahmen seiner Bestrebungen um die Förderung der Fachwissenschaft hat der Elektrotechnische Verein ein Tafelwerk über „Vierstellige Tafeln der Kreis- und Hyperbelfunktionen sowie ihrer Umkehrfunktionen im Komplexen" herstellen lassen. Die Tafeln sind von Robert Hawelka, Assistent an der Deutschen Technischen Hochschule in Brünn, berechnet und erläutert sowie von Dr.-Ing. E. h. Dr. techn. E. h. Fritz Emde, o. Professor an der Technischen Hochschule in Stuttgart, herausgegeben. Ihre Benutzung wird die Ausführung numerischer Berechnungen von Wechselstromaufgaben der verschiedensten Art außerordentlich erleichtern. Dadurch, daß der Elektrotechnische Verein das Unternehmen in eigne Hand genommen hat, ist es möglich geworden, das Werk den Mitgliedern zu einem so geringen Preise zur Verfügung zu stellen, wie er auf dem gewöhnlichen Wege nie zu erreichen wäre. Man kann den Tafeln die Werte für die vier Kreisfunktionen und für die vier Hyperbelfunktionen sowie für ihre Umkehrungen: die Arcus- und Area-Funktionen unmittelbar entnehmen. Es ist alle erdenkliche Sorgfalt darauf verwendet worden, den Bedürfnissen des praktischen Rechners gerecht zu werden und den Gebrauch der Tafeln so bequem und so sicher wie nur möglich zu gestalten. Zahlreiche instruktive Figuren gewähren Überblick und Anhalt. Eingedruckte Formeln und Hinweise sorgen dafür, daß die Aufmerksamkeit nicht durch theoretische Erwägungen von der Zahlenrechnung abgezogen wird. Besondere mathematische Kenntnisse, etwa der Funktionentheorie, werden nicht vorausgesetzt. Beziehungen, die nicht schon jedem bekannt sind, werden abgeleitet und erklärt. Der Gebrauch der Tafeln wird an vielen Beispielen eingehend erläutert. Die Erläuterungen sind zur Bequemlichkeit der ausländischen Mitglieder außer in deutscher auch noch in englischer und französischer Sprache gegeben. Das Werk umfaßt 109 Seiten großen Oktavformats.

Die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker erhalten das ausgezeichnete Werk zu dem Vorzugspreis von 7,50 RM (einschl. Porto- und Versandkosten) gegen Voreinsendung des Betrags (Postscheckkonto Nr. 13 302). Jedes Mitglied hat ferner das Recht, mehrere Exemplare zu diesem Preise zu beziehen. Bestellungen sind an die Geschäftsstelle Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, zu richten.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Bekanntmachungen.

Kommission für Überspannungsschutz.

Der Abschnitt II 3 Aa der „Leitsätze für den Schutz elektrischer Anlagen gegen Überspannungen", der als besondere Schutzvorrichtung in Hochspannungsanlagen zur Unterdrückung des Auftretens von Überspannungen die Verwendung von Schutzschaltern vorsieht, soll mit Wirkung vom 1. Juli 1933 ab als ungültig erklärt werden.

Die beabsichtigte Streichung ist einerseits durch die Entwicklung der Technik, anderseits auch durch die inzwischen gewonnenen neueren Erkenntnisse der Überspannungsforschung begründet.

Vorstehender Antrag wird gelegentlich der Jahresversammlung 1933 zur Beschlußfassung vorgelegt.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Die Unterkommission „Innenanlagen" hat die „Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromanlagen (-netzen) in Verbindung stehen. V.R.G./1929" einer Neubearbeitung unterzogen, bei der die seit dem 1. Juli 1929 im Rundfunkgerätebau gesammelten neuen Erfahrungen berücksichtigt sind.

Weiter ist in der Neufassung festgelegt worden, daß die Isolierfestigkeit von Rundfunkgeräten künftig nicht mehr ausschließlich mit Wechselspannung, sondern mit der Stromart zu prüfen ist, für die die Geräte verwendet werden sollen.

Sodann können nach Annahme der Neufassung die vom 1. September 1924 stammenden „Leitsätze für den Bau und die Prüfung von Geräten und Einzelteilen zum Rundfunkempfang (mit Ausschluß solcher Geräte, die in leitender Verbindung mit einem Starkstromnetz benutzt werden)" entbehrt werden. Daher soll gleichzeitig mit der Vorlage der neuen

„Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromnetzen in Verbindung stehen. V.R.G./1934"

beantragt werden, die vorgenannten Leitsätze außer Kraft zu setzen.

Einsprüche gegen den nachstehenden Entwurf 1 der V.R.G./1934 sind in doppelter Ausfertigung bis zum 30. November 1932 an die Geschäftsstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Entwurf 1.

Vorschriften für Rundfunkgeräte, die mit Starkstromnetzen in Verbindung stehen. V.R.G./1934.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. Januar 1934 in Kraft[1].

Dieser Termin gilt grundsätzlich für die Herstellung.

Vor dem 1. Januar 1934 fertiggestellte Erzeugnisse bleiben zulässig, wenn sie den bis dahin gültigen Konstruktions- und Prüfvorschriften genügen und nicht gegen die jeweils geltenden Errichtungsvorschriften verstoßen.

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Unter diese Vorschriften fallen alle Rundfunkgeräte, die zum Anschluß an Starkstromnetze bestimmt sind; ferner solche, die dauernd oder zeitweise angeschlossen sind.

[1] Angenommen durch die Jahresversammlung 19 .

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Starkstromanlagen.

a) Unter Starkstromnetz (-anlage) im Sinne dieser Vorschriften wird jede Stromquelle (Licht- und Kraftanlage) mit Betriebsspannungen über 42 V verstanden, die nicht lediglich zur Speisung des betreffenden Rundfunkgerätes dient.

b) Als Betriebsspannungen gelten Spannungen im Sinne von § 2 a) der „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1.". Jedoch kommen für den Anschluß nur Netzleiter in Betracht, die gegeneinander oder gegen Erde keine höhere Spannung als 250 V betriebsmäßig aufweisen.

§ 4.

Rundfunkgeräte.

a) Als Rundfunkgeräte im Sinne dieser Vorschriften gelten alle Empfangsanlagen und einzelne Geräte für Rundfunk, insbesondere Empfänger, Verstärker, Netzanschluß-, Verbindungs- und Schallgeräte.

b) Als Rundfunkgeräte gelten auch Batterien und Batterie-Ladeeinrichtungen zur Speisung von Rundfunk-Empfangsgeräten, wenn nicht mit Sicherheit ausgeschlossen ist, daß sie gleichzeitig mit dem Starkstromnetz und mit dem sonstigen Rundfunkgerät, auch nur einpolig, verbunden sind[2].

c) Netzanschlußgeräte sind solche, die zur Entnahme von Betriebsstrom für Rundfunkgeräte aus Starkstromnetzen dienen.

d) Netzanschluß-Empfänger und -Verstärker sind solche, die ihren Betriebsstrom ganz oder teilweise aus Starkstromnetzen entnehmen.

e) Verbindungsgeräte sind solche, die die Verwendung von Starkstromnetzen als Antenne oder Erde ermöglichen.

f) Schallgeräte sind: Lautsprecher, Kopfhörer und elektrische Schalldosen, die elektrischen Strom in mechanische Schwingungen umformen oder umgekehrt.

§ 5.

Anschluß an Starkstromnetze.

a) Unter Anschluß an Starkstromnetze wird jede, auch nur einpolige, leitende Verbindung mit oder ohne Stromentnahme verstanden. Eine Erdung von Geräten gilt nicht als Verbindung, selbst wenn ein Leiter des Netzes geerdet ist.

§ 6.

Nachgeschaltete Geräte.

a) Nicht als angeschlossen gelten nachgeschaltete Geräte, d. s. solche, die, ohne eigenen Netzanschluß, an andere diesen Vorschriften unterliegende Geräte angeschlossen sind, soweit nicht in den Einzelbestimmungen anderes festgelegt ist.

Die Gefährlichkeit solcher nachgeschalteter Geräte ist ebenso groß wie bei Verwendung von Batterien gleicher Spannung.

III. Gemeinsame Bestimmungen.

§ 7.

Netzspannung führende Teile.

a) Die mit dem Netz leitend verbundenen Teile unterliegen den für Starkstromgeräte geltenden Bestimmungen. Besonders wird hingewiesen auf:

„Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V. E. S. 1.",

„Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I.",

„Vorschriften für Geräteschalter".

b) In die Geräte eingebaute Schmelzsicherungen müssen einen geschlossenen Schmelzeinsatz im Sinne der K. P. I. haben.

c) Bei Geräten, die auf mehrere Spannungen umschaltbar sind, dürfen die Umschaltungen, sofern sie von außen bedienbar sind, nicht durch einen Handgriff, sondern nur mit Hilfe von Werkzeugen ausführbar sein.

§ 8.

Berührungsschutz.

a) Die Rundfunkgeräte müssen so eingerichtet sein, daß Metallteile, die gegen das Netz nicht isoliert sind, gegen auch nur zufällige Berührung bei An- und Abschaltung, während des Betriebes und der Ruhe mit Sicherheit geschützt sind.

b) Andere Metallteile — auch aus dem Gehäuse hervorragende Achsen und Hebel von Schaltern, Einstellgriffen usw. Spannung führender Teile — dürfen der Berührung nur dann zugänglich sein, wenn mit Sicherheit ausgeschlossen ist, daß sie eine höhere Spannung als 42 V gegeneinander oder gegen Erde annehmen können.

c) Die Anschlüsse für Antenne, Erde und Rahmen gelten als der Berührung zugängliche Metallteile, selbst wenn sie durch Isolation abgedeckt sind. Sie müssen also gegen das Netz und gegen andere, der Berührung zugängliche Metallteile, die ihnen gegenüber eine Spannung von mehr als 42 V führen, isoliert sein.

d) Die Metallteile der Röhren und ihrer Fassungen müssen gegen Berührung gesichert sein und zwar sowohl während des Betriebs- und Ruhezustandes als auch beim Einstecken und Entfernen, solange sie mit Spannung führenden Teilen in Verbindung stehen können.

e) Geräte mit Endröhren, die eine höhere Anoden-Betriebsgleichspannung als 250 V haben, müssen gegen nachgeschaltete Geräte durch einen Ausgangstransformator mit getrennten Wicklungen oder durch Kondensatoren isoliert sein. Die Durchschlagfestigkeit der Kondensatoren ist nach den Bestimmungen für Berührungsschutz-Kondensatoren[3] zu prüfen. Als Nennspannung *U* der Kondensatoren ist die Betriebsgleichspannung der letzten Röhre anzusehen.

§ 9.

Aufschriften.

a) Aufschriften müssen dauerhaft und gut leserlich am Hauptteil des Gerätes angebracht sein; sie müssen umfassen bzw. lauten:

1. Stromart und Spannung bei den Geräten, die unmittelbar an das Netz angeschlossen werden sollen,
2. Ursprungszeichen,
3. „Vor Nässe zu schützen",
4. Bezeichnung der Anschlüsse für das Empfangsgerät und für die Felderregung bei dynamischen Lautsprechern.

b) Bei Geräten, die auf mehrere Netzspannungen umgeschaltet werden können, muß die jeweils eingestellte Netzspannung am Hauptteil des Gerätes erkennbar sein.

§ 10.

Schutz nachgeschalteter Geräte.

a) Alle diesen Vorschriften unterliegenden Geräte müssen so eingerichtet sein, daß jede leitende Verbindung zwischen nachgeschalteten Geräten und dem Netz mit Sicherheit verhindert ist, soweit nicht in den Einzelbestimmungen anderes enthalten ist.

b) Die Anschlüsse für das Netz sind von den anderen Anschlüssen mindestens 20 mm entfernt anzuordnen.

IV. Einzelbestimmungen.

§ 11.

Netzanschlußgeräte.

a) Für äußere Netzanschlußleitungen gelten die „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V. I. L."

b) Die Anschlüsse für nachgeschaltete Geräte müssen von Erde und von Metallteilen, die der Berührung zugänglich sind, isoliert sein.

c) Bei Gleichstrom-Netzanschlußgeräten dürfen zwischen den Anschlüssen für das Netz einerseits und für nachgeschaltete Geräte andererseits, mit Rücksicht auf die Gefahren infolge der ungewissen Polarität der Netze, keine leitenden Verbindungen bestehen. Als leitende Verbindungen gelten auch Vakuumstrecken.

d) Bei Wechselstrom-Netzanschlußgeräten müssen die Anschlüsse für das Netz einerseits und für nachgeschaltete Geräte andererseits gegeneinander durch einen Transformator, eine Thermobatterie, einen Umformer oder dgl. isoliert sein.

§ 12.

Netzanschluß-Empfänger und -Verstärker.

a) Bei Netzanschluß-Empfängern und -Verstärkern müssen die Netzanschlußeinrichtungen mit dem Empfänger bzw. Verstärker im gleichen Gehäuse untergebracht sein oder Empfänger bzw. Verstärker einerseits und Netzanschlußeinrichtung andererseits sind in zwei besondere Gehäuse einzubauen.

b) Im letzten Fall müssen die beiden Gehäuse mit je einer Fläche aneinander stoßen und durch Verschrauben oder dgl. fest miteinander verbunden sein; die elektrischen Verbindungen zwischen beiden Gehäusen müssen an diesen Flächen angeordnet und durch den Zusammenbau verdeckt sein. Ausgenommen sind lediglich die § 11 entsprechenden Netzanschlußgeräte.

---

[2] Für Batterie-Ladeeinrichtungen sind besondere Vorschriften in Vorbereitung.

[3] Der endgültige Titel dieser Bestimmungen wird später eingefügt.

§ 13.

Verbindungsgeräte.

a) Verbindungsgeräte dürfen zur Verbindung mit den Starkstromnetzen ohne Zwischenschaltung einer Schnur nur einen Edison-Lampensockel 27 (Normal-Edisonsockel) oder Steckerstifte tragen.

b) Die verwendeten Kondensatoren müssen ein festes Dielektrikum enthalten; Drehkondensatoren sind hierfür nicht zulässig.

c) Die Geräte müssen eine genügende mechanische Festigkeit aufweisen.

Als Schutz gegen Berührung und Feuchtigkeit wird Umpressen oder Vergießen mit Isoliermasse empfohlen.

d) Für die netzseitigen Teile gelten die K. P. I.

§ 14.

Batterien.

a) Batterien, die diesen Vorschriften unterliegen [siehe § 4 b), z. B. Heizbatterien bei Gleichstrom-Netzanschluß-Empfängern bzw. -Verstärkern], müssen in einem diesen Vorschriften entsprechenden Gehäuse untergebracht sein. Der Einbau in ein anderes, diesen Vorschriften unterliegendes Gerät gilt als Unterbringung in einem solchen Gehäuse.

b) Bei Batterien, die eine Flüssigkeit enthalten, muß dafür gesorgt sein, daß durch Austritt von Flüssigkeit die Isolation der Batterie oder anderer Geräte nicht herabgesetzt wird. Dieses gilt auch für Batterien, die sonst diesen Vorschriften nicht unterliegen würden, wenn sie mit einem anderen, diesen Vorschriften unterliegenden Gerät zusammengebaut sind.

§ 15.

Anschluß- und Verbindungsleitungen.

a) Der Anschluß an das Netz ist entweder fest zu verlegen oder als bewegliche Leitung mit ein- oder beiderseitigem Steckeranschluß auszuführen.

Die Anschlußleitung muß den V. I. L. entsprechen.

Als Zuleitungen für die Sprechströme zu nachgeschalteten Geräten, bei denen zwischen den zusammengehörenden Leitungen keine höheren Spannungen als 250 V auftreten, sind außer den Schnüren nach den V.I.L. Schnüre folgender Bauart zugelassen[4]:

Litze aus feuerverzinnten Kupferdrähten mit einem Höchstdurchmesser des Einzeldrahtes von 0,15 mm und einem Gesamtquerschnitt von 0,25 mm².

Der Leiter ist mit einer Lage Baumwolle dicht besponnen und mit einer Gummihülle von 0,4 mm Wanddicke umgeben. Zwei derartige Adern werden verseilt und mit einem gemeinsamen Gummimantel umpreßt. Dabei sind alle Hohlräume mit Gummi oder Einlagen auszufüllen. Die Wanddicke des gemeinsamen Gummimantels muß mindestens 0,6 mm betragen.

Die Zusammensetzung der Gummihülle und des Gummimantels soll § 3 der V.I.L. entsprechen. Über den gemeinsamen Gummimantel kann eine Beflechtung aus Baumwolle, Glanzgarn, Seide oder dgl. aufgebracht werden.

Die Prüfung dieser Schnüre ist mit 1500 V Gleichspannung zwischen den Leitern und der mit Stanniol umwickelten Oberfläche vorzunehmen.

b) Der Übergang von beweglichen Verbindungsleitungen auf die Leitungen innerhalb des Gerätes darf nur über festgelagerte Verbindungsstellen (Festpunkte, Klemmen) erfolgen. Als Festpunkte sind auch ausreichend gesicherte Lötstellen zugelassen. Sind diese Festpunkte oder Klemmen außerhalb des Gerätes angebracht, so müssen sie berührungssicher abgedeckt sein.

c) Bewegliche Verbindungsleitungen dürfen in Gehäuse nur so eingeführt werden, daß ein Durchscheuern der Leitungen zuverlässig verhindert wird. Leitungsschnüre müssen an ihren beiden Enden von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert sein.

§ 16.

Schallgeräte.

a) Der Anschluß der beweglichen Leitungen an Schallgeräte darf nur durch feste Verbindungen oder durch Steckvorrichtungen, der Anschluß an Kopfhörer jedoch nur durch feste Verbindung stattfinden.

b) Der Stecker für den Sprechstrom von Lautsprechern muß so ausgebildet sein, daß er nicht in eine normale Lichtsteckdose eingeführt werden kann.

V. Prüfung.

§ 17.

Feuchtigkeitsaufnahme.

a) Die Geräte sind in geöffnetem Zustande in einem bei 20 ° mit Feuchtigkeit gesättigten Raum einer Feuchtigkeitsprobe zu unterziehen. In diesem Raum bleibt das Gerät 24 h und dann weitere 24 h in einem Raum von 15 ... 20 ° mit normalem Feuchtigkeitsgehalt.

Unmittelbar nach dieser Prüfung ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz und den anderen Anschlüssen zu prüfen.

Der gleichen Probe ist die Isolation zwischen den Anschlüssen für das Netz und sämtlichen im Betriebe der Berührung zugänglichen Metallteilen des Gerätes (auch des Gehäuses) zu unterziehen.

§ 18.

Isolierfestigkeit.

a) Die Isolation gemäß §§ 7, 8, 10 bis 15 muß unmittelbar nach der Feuchtigkeitsprobe eine Prüfung mit einer langsam gesteigerten Spannung von 1500 V 1 min lang aushalten. Die Spannungsprüfung erfolgt mit der Stromart, für die das Gerät bestimmt ist. Außerdem sind die Leitsätze für die Prüfung von Kondensatoren[5] zu beachten.

Der nach § 8 e) vorgeschriebene Ausgangstransformator mit getrennten Wicklungen ist mit einer Wechselspannung, die dem 4-fachen Betrage der Anoden-Betriebsgleichspannung entspricht, bei 50 Per/s 1 min lang zu prüfen. In Fällen, in denen eine elektrisch leitende Verbindung der Sekundärwicklung mit dem Minuspol der Anodenspannung besteht, genügt eine Prüfwechselspannung, die dem 2,5-fachen Betrage der Anoden-Betriebsgleichspannung entspricht.

Kriech- und Luftstrecken unter 3 mm, Vakuumstrecken sowie Drehkondensatoren und mit Wechselspannungen unter 100 000 Hz beanspruchte Kondensatoren, die einen größeren Strom als 1 mA durchlassen, gelten nicht als Isolation.

b) Verbindungsgeräte müssen vor der Spannungsprüfung 1 min lang unter Wasser gelegt werden.

§ 19.

Wärmesicherheit.

a) Unter der Voraussetzung einer Außentemperatur von 20 ° darf bei Dauerbetrieb in keinem Teil des Gerätes eine die Wirkungsweise beeinträchtigende Erwärmung eintreten.

b) Für Wicklungen sind die „Regeln für die Konstruktion und Prüfung von Schutztransformatoren mit Kleinspannungen R. E. T. K." maßgebend.

c) Das Gehäuse darf bei Dauerbetrieb an keiner Stelle seiner Außenseite eine höhere Übertemperatur als 50 ° erreichen.

d) Der Temperaturschutz bei Kurzschluß darf auch durch dauernd abschaltende Sicherungen erfolgen.

[4] Diese Schnüre sind zum Anschluß von Geräten an Starkstromnetze nicht zulässig.

[5] Der endgültige Titel dieser Leitsätze wird später eingefügt.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 22. IX. 1932, 7½ h, Vortrag Obering. Dr.-Ing. G. Lehmann, „Gewitterstörungen an Hochspannungsleitungen, Grundwasseradern und Wünschelrute" (mit Lichtbildern).

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft, Berlin. 20. Jahresversammlung, 30. IX. 1932, 9 h morgens im alten physikal. Hörsaal d. T. H., Charlottenburg: 1. Vortrag Direktor Rall, „Die Entwicklung der Kraftfahrzeugscheinwerfer vom Standpunkt des Kraftfahrers und des Konstrukteurs". 2. Vortrag Dr. Born, „Die Erfassung des Blendungsproblems in den Vorschriften über Kraftfahrzeugscheinwerfer". 3. Vortrag P. Eichert, „Die elektrische Fahrradbeleuchtung".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. Kosack. — Mit dem Ende des Monats September scheidet Herr Oberstudienrat Dipl.-Ing. E. Kosack aus dem Lehrkörper der Technischen Staatslehranstalten zu Magdeburg aus und ist von dem Minister für Handel und Gewerbe mit der Leitung der Höheren Technischen Staatslehranstalt für Maschinenwesen und Elektrotechnik in Hagen i. W. beauftragt. Herr Kosack ist seit dem Jahre 1904 an der Magdeburger Lehranstalt tätig gewesen und hat während dieser Zeit die ihm unterstellte Fachabteilung für Elektrotechnik in hervorragender Weise ausgebaut. Insbesondere hat er sich hohe Verdienste um die Elektrotechnische Gesellschaft zu Magdeburg erworben,

deren Leitung er über zwanzig Jahre in Händen hatte. Sein Fortgang erweckt daher in allen Kreisen Magdeburgs lebhaftes Bedauern.

Elektrotechnische Gesellschaft E.V. zu Magdeburg.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Berechnung der elektrischen Verluste bei schwankenden Lastverhältnissen in Netzen und Energiewandlern auf Grund von Erfahrungswerten.

Die Beziehung zwischen dem Wirk-Arbeitsverlustfaktor ϑ_w und dem Wirk-Belastungsfaktor m_w, die Herr WOLF in der ETZ 1931, S. 1267, durch graphische Darstellungen zum Ausdruck bringt, und für die er die Gleichung:

$$\vartheta_w = 0{,}083\, m_w + 1{,}036\, m_w^2 - 0{,}12\, m_w^3 \qquad (1)$$

angibt, läßt sich auch durch die Gleichung:

$$\vartheta_w = m_w^{1{,}792} \qquad (2)$$

ausdrücken, wie aus folgender Zahlentafel hervorgeht:

Zahlentafel 1.

Belastungsfaktor m_w	Arbeitsverlustfaktor ϑ_w		
	ermittelt	errechnet	
		nach Gl. (1)	nach Gl. (2)
1	2	3	4
0,0	0,0	0,000	0,000
0,1	0,02	0,019	0,016
0,2	0,055	0,057	0,056
0,3	0,115	0,115	0,116
0,4	0,195	0,191	0,194
0,5	0,29	0,286	0,289
0,6	0,4	0,397	0,400
0,7	0,525	0,525	0,528
0,8	0,66	0,668	0,670
0,9	0,815	0,826	0,828
1,0	1,0	0,999	1,000

In dem mittleren, dem für die Praxis am wichtigsten Bereich kommen die in Sp. 4 angegebenen Werte denen der Sp. 2 durchweg näher als die in Sp. 3 aufgeführten Werte. Der Wert für $m_w = 0{,}1$ in Sp. 4 ist zu klein; diese Tatsache dürfte jedoch, da Belastungsfaktoren in dieser Größenordnung nur sehr selten vorliegen, praktisch kaum von Bedeutung sein. Die Gleichung (2) hat zweifellos vor der Gleichung (1) den Vorzug der größeren Kürze und Anschaulichkeit. Bekanntlich ist die Darstellung von auf empirischem Wege gewonnenen Beziehungen durch Gleichungen mit nicht ganzzahligen Exponenten sehr verbreitet.

Aus der Substitution der Gleichung (2) in die Gleichung für den Arbeitsverlust F_V bei Wirkbelastungen, die Herr Dr. WOLF bei der Durchrechnung des Beispiels angibt:

$$F_V = L_{V_S}\, T\, \vartheta_w,$$

in der L_{V_S} den Spitzenkupferverlust und T die betrachtete Betriebszeit bedeuten, ergibt sich die Beziehung:

$$F_V = L_{V_S}\, T\, m_w^{1{,}792}. \qquad (3)$$

Diese Gleichung gestattet den Arbeitsverlust bei Wirkbelastung, auch bei Gleichstrom, in einfacher Weise ohne irgendwelche graphische und tabellarische Hilfsmittel, die auch nicht immer zur Hand sind, zu errechnen und dürfte daher in der Praxis gute Dienste leisten können.

Münster i. W., 4. VI. 1932. W. Weingärtner.

Erwiderung.

Die Darstellung der Kurven des Arbeitsverlustfaktors für Gleichstrom und $\cos\varphi = 1$ durch den mit einem gebrochenen Exponenten versehenen Belastungsfaktor wurde von mir und meinen Mitarbeitern schon seit längerer Zeit angewandt. Die Veröffentlichung ist seinerzeit von mir unterblieben, weil ich über diese Rechnungsmethode insbesondere im Hinblick auf die Arbeitsverlustfaktoren der Scheinleistung und die von vermaschten Netzen einen besonderen Aufsatz schreiben wollte, von dem ich aber im Interesse der Platzersparnis Abstand genommen habe.

Berlin, 13. VI. 1932. M. Wolf.

LITERATUR.

Besprechungen.

Galvanische Elemente und Akkumulatoren. Von Prof. C. Drucker u. Dr. A. Finkelstein. Mit 140 Fig., VII u. 426 S. in gr. 8⁰. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig 1932. Preis geh. 34 RM, geb. 36 RM.

Dieses Buch erfüllt einen seit Jahren empfundenen Wunsch derer, die sich mit der Fabrikation und dem Studium der Primärelemente und Akkumulatoren abgeben. Die Verfasser sagen ganz richtig, daß eine Industrie, die solche großen Gesamtwerte hervorbringt — im Jahr für etwa eine halbe Milliarde Reichsmark — literarisch besser vertreten sein sollte. Wir hatten in der Tat bisher, vor allem für die Primärelemente, kein Buch mittleren Umfangs, welches das Material gesammelt darböte, und nach dem Wegfall des verdienstlichen Petersschen Zentralblattes für Akkumulatoren- und Elementenkunde fehlte auch ein periodisch berichtendes Organ.

Der Inhalt des Buches ist in kurzen Worten folgender:

Formen der galvanischen Elemente. Geschichtliche Entwicklung (S. 1 ... 32). — Allgemeine Grundbegriffe. Meßtechnik, Theorie des Leclanché-Elements, des Blei- und alkalischen Akkumulators (S. 33 ... 67). — Die Rohstoffe des Leclanché-Elements (58 ... 101). — Seine Fabrikation (102 ... 134). — Anwendungen und Eigenschaften (135 bis 161). — Bleiakkumulator. Rohstoffe und Herstellung (162 bis 192). — Seine Verwendungen und Eigenschaften (192 bis 228). — Der alkalische Akkumulator (229 ... 247). — Patentverzeichnis (248 ... 415). — Namen und Sachregister.

Die Verfasser haben im beschreibenden Teile mit Sorgfalt, Geschick und mit gutem Blick das Wichtige ausgewählt. Man muß wissen, was es heißt, aus diesem Urwald der Batterieliteratur das Edelholz herauszuholen, und ein Autor muß schon mit sehr viel Gewissenhaftigkeit, Disziplin und Gefühl für Verantwortung ausgestattet sein, um außerdem die Patentliteratur nicht nur zu sammeln, sondern auch, wie hier geschehen, bei jedem Patent mit einem oder ein paar Sätzen den Inhalt anzugeben. Handelt es sich doch um über 4500 deutsche, britische und U. S. A. — so durchgearbeitete Patente! — Sehr erfreulich ist auch die Art der Behandlung der theoretischen Abschnitte. Stets wird dabei für den technisch Arbeitenden die Anschaulichkeit gewahrt. Auch der Fachmann kann eine ganze Menge Dinge aus dem Buch hinzulernen, die ihm systematisch geordnet vorgeführt werden, während die Erinnerung an das in Fachzeitschriften vereinzelt Gelesene allein ihn oft im Stich lassen wird. Fabrikantenfirmen haben, u. zw. offenbar an vielen Stellen, der Erfahrung entstammende Beschreibungen und Bilder geliefert. So ist eine praktisch vortrefflich orientierte Darstellung der Fabrikation der Trockenlemente vom Typus Leclanché gelungen.

Von den luftdepolarisierten Elementen kommt (S. 22) jetzt auch das von Nyberg zu Ehren; übrigens vertritt in diesem ein poröser Kohlebecher die äußere Hülle.

Die Absicht der Verfasser, ein Buch darzubieten, das dem Praktiker das Notwendige und Hinreichende an technischer Auskunft und theoretischen Grundlagen bietet und dem Wissenschaftler zeigt, wo die Forschung einzusetzen hat, ist mit diesem voll erfüllt. Man darf auch hoffen, daß die „für die Praxis bestimmten" kleineren Lehrbücher, die gerade auf diesem Gebiet von ganz besonders unwissenden „Fachleuten" aus der unverdauten wissenschaftlichen und unvollkommenen technischen Literatur abgeschrieben werden, nunmehr verschwinden, indem sie durch dies vortreffliche Buch werden ersetzt werden.

Paul Askenasy.

The Quest for Power. From Prehistoric Times to the Present Day. Von H. P. u. M. W. Vowles. Mit zahlr. Abb., XV u. 354 S. in 8⁰. Verlag Chapman & Hall Ltd., London 1931. Preis geb. 15 s.

Man könnte den Inhalt dieser ausgezeichneten technischen Kulturgeschichte in die Worte fassen: „Vom Feuerstein zur 100 000 kW-Dampfturbine" und hierdurch die Aufgabe, die sich die Verfasser gestellt haben, kennzeichnen. In vier Hauptabschnitten werden die Bemühungen des Menschen nach Erzeugung von Energie von den ersten tastenden Versuchen des Urmenschen an bis zur Vollendung dieser Bestrebungen durch die beiden Weltkraftkonferenzen in London und Berlin geschildert.

Während im ersten Abschnitt die Erfindung der einfachen Werkzeuge, der Transportmittel, die Versuche zur Nutzbarmachung der Wasserkraft und schließlich als Krönung dieser Epoche die großen Bauwerke des Altertums

beschrieben werden, beschäftigt sich der zweite Abschnitt mit der Epoche des Dampfes und der Elektrizität und mit den Kraftmaschinen für Dampf, Wasser, Gas und Elektrizität. Es ist interessant, in welchem großen Umfange hierbei der Verdienste unserer großen Landsleute, Bunsen, Diesel, Otto, Benz, Daimler, gedacht wird, während sonderbarerweise Werner von Siemens als Entdecker des dynamo-elektrischen Prinzips und damit als Begründer der Elektrotechnik überhaupt nicht erwähnt wird. Vielleicht hängt dies mit dem Prioritätstreit Siemens-Wheatstone[1] zusammen, zumal gerade Wheatstone und Faraday als Pioniere der Elektrotechnik genannt werden. In gewisser Weise gilt wohl überhaupt dieser Abschnitt der Verherrlichung von Faraday, dessen Bildnis als Titelbild dem Werke vorangestellt ist.

Einen breiten Raum nimmt der Abschnitt über Elektrizitätserzeugung, -versorgung und -übertragung ein. Auch hier werden bereits die letzten Errungenschaften, z. B. die modernen deutschen und ausländischen Groß-Kraftwerke, ferner Freiluftschaltanlagen und schließlich die 220 kV-Anlagen des RWE und der Southern California Edison Company (Big Creek—Los Angeles) gewürdigt. Mit Recht wird an dieser Stelle auf die sprunghafte Entwicklung der Höhe der Übertragungsspannungen von 4000 V um die Jahrhundertwende bis zu den jetzt verwendeten Höchstspannungen hingewiesen. Instruktive Abbildungen des Klingenbergwerkes, des 15 000 PS-Dieselgenerators der HEW in Neuhof, einer kleineren Freiluftschaltanlage in Budapest, des Belastungsgebirges der BEWAG, der Wasserfälle des Iguazu in Südamerika, u. a. m. sind diesem Abschnitte beigefügt. Im Zusammenhang mit der Entwicklung der Kraftmaschinen werden die Fortschritte im Bau großer Werkzeugmaschinen skizziert.

Die Rohstoffe Kohle, Eisen, Stahl, Öl, Kupfer und Aluminium bilden als Grundlage der Energieerzeugung den Inhalt des dritten Teiles (The materials of power). Ausführlich wird die Gewinnung der Kohle und deren Nebenprodukte (Teer und Farbstoffe) bis zu den neuesten Verfahren geschildert.

Der vierte große Teil („World power and the future“) ist als Schlußabschnitt den beiden großen Weltkraftkonferenzen in London und Berlin gewidmet und rühmt deren Wert nicht nur als Faktor des technischen Fortschrittes, sondern auch als das wichtigste Mittel internationaler Zusammenarbeit und als Vollendung von „Quest for power“. Die großen auf der Berliner Konferenz erörterten Probleme werden als Zukunftsaussichten entsprechend gewürdigt.

Etwa 100 sorgsam ausgewählte Abbildungen und Skizzen sowie ein sehr übersichtliches Stichwort- und Namensregister erhöhen den Wert des außerordentlich interessanten und vorzüglich ausgestatteten Werkes, dem weiteste Verbreitung, auch durch eine deutsche Bearbeitung, zu wünschen ist. B. Weyl.

Bildwort-Englisch. Techn. Sprachhefte Heft 1: Power. Herausg. v. Verein deutscher Ingenieure. Mit 27 Abb., IV u. 37 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1931. Preis geh. 1,50 RM, f. VDI-Mitgl. 1,35 RM.

Die zunehmende Bedeutung der englischen Sprache für den deutschen Ingenieur hat den VDI veranlaßt, Sprachhefte herauszugeben, in denen die technischen Fachausdrücke an Hand der Zeichnung vermittelt werden. Ein kurzer Text verbindet die in dem Bilde angegebenen Bezeichnungen mit denjenigen Fachausdrücken, die sich bildlich nicht darstellen lassen. Jedes Heft bringt eine Reihe von Zeichnungen aus einem abgeschlossenen Gebiet; die Fachausdrücke sind dann in einem besonderen englisch-deutschen Verzeichnis zusammengestellt. Als erstes Sprachheft liegt „Power“ vor, das die Energieerzeugung zum Gegenstand hat. In 27 Abbildungen sind etwa 250 technische Worte eingetragen, 250 weitere Fachworte enthält der verbindende Text. Wie bei dem geringen Umfang des Heftes nicht anders zu erwarten ist, treten verschiedentlich Lücken auf, so findet z. B. die Kohlenstaubfeuerung mit ihren zahlreichen Einzelheiten keine Berücksichtigung und in den beiden einzigen Kraftwerkbildern wird die elektrische Anlage sehr stiefmütterlich behandelt. Wem es aber nur auf die gebräuchlichsten Worte ankommt, wird das Heft auf der Reise, bei der Korrespondenz oder beim Studium englischer oder amerikanischer technischer Literatur verwenden können. W. Kraska.

[1] Vgl. hierzu Schellen, Die magnet- und dynamo-elektrischen Maschinen. Verl. Du Mont Schauberg, Köln 1882, S. 87 u. f.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus der schwedischen Elektroindustrie. — Die ASEA konnte für das abgelaufene Geschäftsjahr einen fast unveränderten Reingewinn ausweisen. Der Umsatz wird nicht bekanntgegeben, soll aber angeblich demjenigen des Vorjahres entsprechen. Nach der amtlichen Ausfuhrstatistik ist die Gruppe elektrische Maschinen usw. von 16,75 auf 11,0 Mill RM[1] zurückgegangen. Dies wurde bei der ASEA z. T. dadurch ausgeglichen, daß die einheimischen Aufträge, darunter die Elektrisierung der Staatsbahn Stockholm—Malmö mit Aufträgen in Höhe von 11,2 Mill RM, stiegen. Der Ertrag 5,82 (5,97) Mill RM setzt sich zusammen aus Bruttonutzen 4,5 (4,76), Finanzverwaltung 1,15 (1,08) und Grundstücksverwaltung 0,17 (0,13). Nach Abzug von Zinsen 0,7 (0,04), Steuern 0,69 (0,77) und Abschreibungen 0,92 (0,92) bleibt ein Reingewinn von 4,04 (4,24) Mill RM, welcher beinahe zur unveränderten Dividende von 7 % ausreicht. Die Anzahl der Angestellten ermäßigte sich unbedeutend auf 7644 (7777) Personen. Hierzu kommen 1955 Köpfe bei den schwedischen Tochtergesellschaften. Das Forschungsinstitut für Hochspannung in Anschluß an die Transformatorenfabrik Ludvika befindet sich noch im Bau. In das Ausland wurden besonders Großtransformatoren geliefert, wobei die hohe Qualität des im eigenen Eisenwerk erzeugten Transformatorenbleches sich nach wie vor bewährte. Von den Tochtergesellschaften erhielt die AB Electro-Invest eine große Konzession in Rumänien, sie konnte 5 % Dividende zahlen. Das Aktienkapital wird von 4,6 auf 9,2 Mill RM erhöht, woran die ASEA hälftig beteiligt ist. Nach der Übernahme der Luth & Roséns Elektriska Aktiebolag wurde eine Aufteilung der Fabrikation vorgenommen. In den Werkstätten der letzteren Firma in Stockholm werden Getriebemotoren, Getriebe, Elektrokarren, elektrische Winden und Aufzüge gebaut, wogegen die Erzeugung normaler Maschinen und Transformatoren mit derjenigen der ASEA vereinigt wurde. Das neue Starkstromkabelwerk der AB Liljehomens Kabelfabrik wurde in Betrieb genommen. Die Nachfrage war befriedigend, die Dividende war unverändert 6 %. Auch die Turbinenfabrik (STAL) gab unverändert 6 %. Die Betriebsgesellschaft AB Skandinaviska Elektricitetsverk schüttete ebenfalls wieder 6 % aus. Im Bericht heißt es ferner, daß die wirtschaftliche Weltkrise sich weiter verschlechtert und zu einem Handelskrieg unter den Nationen entwickelt hat. Die erhöhten Zollsätze in einigen Ländern wirken vollkommen prohibitiv, wozu noch Hindernisse anderer Art hinzukommen.

Die Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson konnte erst im Juni ihre Bilanz per Dezember 1931 vorlegen. Der Umsatz der Fabriken des Konzerns betrug 66,5 (71,5), die vorliegenden Aufträge waren 28,0 (38,0) Mill RM. Die Zahl der installierten Apparate in den Betriebsgesellschaften erhöhte sich auf 239 318 (222 931). Die Kombination von Herstellung und Betrieb ist an sich günstig, verlangt aber große Geldmittel. Aus diesem Grunde hatte die Gesellschaft seinerzeit Anlehnung an die AB. Kreuger & Toll gesucht. Nachdem die letztgenannte Firma ihre Verpflichtungen nicht hat erfüllen können, ist L. M. Ericsson in Zahlungschwierigkeiten geraten, sie mußte ihre Tätigkeit einschränken. Die Ertragsrechnung schließt mit 4,2 Mill RM Bruttogewinn ab. Durch Sonderabschreibungen (5,7), Kursverluste (0,62) und Delcredere (15,4 Mill RM) ergibt sich ein Verlust von 17,52 Mill RM, welcher durch Gewinnvortrag, Reserven und Dispositionsvortrag mit 7,7 Mill RM auf 1932 vorgetragen wird. Die Vorschläge zur Sanierung der Gesellschaft liegen noch nicht vor.

Nach dem Berichte der AB. Elektrolux hat sich die Gesellschaft bemüht, ihre Tätigkeit auch während der Krise aufrechtzuerhalten, wobei vorübergehend Einschränkungen in einigen, bzw. Erweiterungen in anderen Ländern notwendig wurden. Im Berichtsjahre ist die bisherige überwiegend nach Schweden verlegte Erzeugung großenteils an die Fabriken der ausländischen Tochtergesellschaften überführt worden, damit die Zollmauer und sonstigen Einfuhrbeschränkungen überwunden werden können. Hierdurch sind einmalige Kosten entstanden, welche zusammen mit den Zollspesen auf den Ertrag einwirken. Der neue luftgekühlte Kühlschrank, welcher Ende des Jahres in Fabrikation genommen wurde, hat bei sehr mäßigem Preis großen Erfolg gebracht. Nach Abschreibungen wird ein Reingewinn von 6,17 (6,15) ausgewiesen. Nebst Gewinnvortrag von 1,72 Mill RM stehen 7,18 Mill RM zur Verfügung. Nach Rückstellungen für Steuer und Reserve mit 2,5 Mill RM werden 3,7 Mill RM als 8 % (9 %) Dividende ausgeschüttet und 0,98 Mill RM vorgetragen. *Hldn.*

[1] 1 RM = 1,30 Kr.

Abschluß des Heftes: 16. September 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Neue Schützensteuerungen für Werkzeugmaschinen.

Mitteilung der AEG.

Für die Betätigung von Schützensteuerungen ist der Druckknopf in seinen verschiedenen Formen ein wichtiges Element. In seiner Grundform als Einbau-Element (Abb. 1) kann er zum unmittelbaren Einbau in Spindelkasten, Supportplatten usw. einzeln oder in größerer Zahl verwendet werden. Die zu jedem Knopf gehörige Beschriftung für das durch ihn gegebene Kommando wird zweckmäßig auf einer der Form des betreffenden Maschinenteils angepaßten Deckplatte angebracht, die gleichzeitig die Führungslöcher für die aus unzerbrechlichem Isolierstoff bestehenden Knöpfe hat. Für die Einbau-Druckknopftafel (Abb. 2) wird in den Wänden der Spindelkasten usw. eine entsprechende Öffnung vorgesehen, so daß sie, fertig zusammengesetzt und mit Beschriftungen versehen, leicht eingesetzt werden kann. Da diese Form der Druckknopftafeln meist in gegossene Maschinenteile eingebaut wird, ist die Frontplatte aus Gußeisen, um ein harmonisches Gesamtbild der Maschine zu erhalten.



Abb. 1. Druckknopf-Einbauelement.

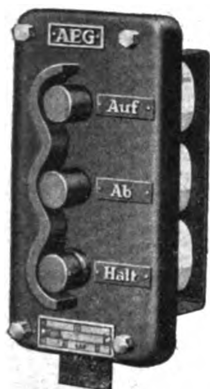


Abb. 2. Einbau-Druckknopftafel.

Die Aufbau-Druckknopftafel (Abb. 3) ist die bekannteste Ausführung für einen oder mehrere Druckknöpfe. Das öldichte Gehäuse aus Stahlblech hat unten Öffnungen mit Gewinde für Stahlpanzerrohr. Die Druckknöpfe sind durch Schutzringe gegen Beschädigungen geschützt. Sowohl bei der Einbau- als auch bei der Aufbau-Druckknopftafel läßt sich eine einfache Sperrvorrichtung anbringen, die den untersten Knopf in betätigter Stellung festhält. Mit dieser Sperrvorrichtung versehen, ist der Knopf als sperrbarer „Haltknopf“ oder auch für das Kommando „Einrichten“ bei den Universal-Schützensteuerungen verwendbar.

Für die Kommandogabe von Stellen, an denen eine ortsfeste Druckknopftafel nicht anbringbar oder bei Bearbeitung sperriger Werkstücke, von deren Bearbeitungsstelle aus eine ortsfeste Druckknopftafel nicht erreichbar ist, wird zweckmäßig eine bewegliche Druckknopftafel, die sogenannte Pendel-Druckknopftafel angewendet (Abb. 4). Das Gehäuse aus Leichtmetall enthält die bereits beschriebenen Einbauelemente, deren Knöpfe durch eine wellenförmig hoch ragende Schutzwand umgeben sind: Die Gummischlauch- oder Werkstattleitung wird durch eine Klemmvorrichtung mit Verschraubung festgehalten. Die einzelnen Leiter sind daher von Zug entlastet.



Abb. 3. Druckknopftafel mit verriegelbarem Halteknopf.

Die durch Betätigung der Druckknöpfe gegebenen Kommandos in Form elektrischer Ströme geringer Stärke werden von Schützen aufgenommen. Diese sind je nach Motorleistung und Steuerungsart in verschiedenster Weise miteinander vereinigt. Durch die neue Bauart der AEG-Schützen ist dies in besonders einfacher und übersichtlicher Form möglich. Alle Schützen sind auf Isolierplatten aufgebaut. Abb. 5 zeigt eine aus diesen Schützen gebaute Universal-Druckknopfschützensteuerung für einen Gleichstrom-Nebenschluß-Wendereguliermotor. In dem tropfwassergeschützten Schaltschrank sind außer den Schützen noch ein Nebenschlußregler mit motorischem Verstellantrieb und ein Motorschutzschalter, der thermisch verzögerte Überstrom- und magnetische Kurzschlußschnellauslösung hat und gleichzeitig Netzschalter für die ganze Anlage ist, eingebaut. Die Widerstände und Verbindungsleitungen sind hinter den Isolierplatten und von vorn nicht sichtbar.



Abb. 4. Pendel-Druckknopftafel.

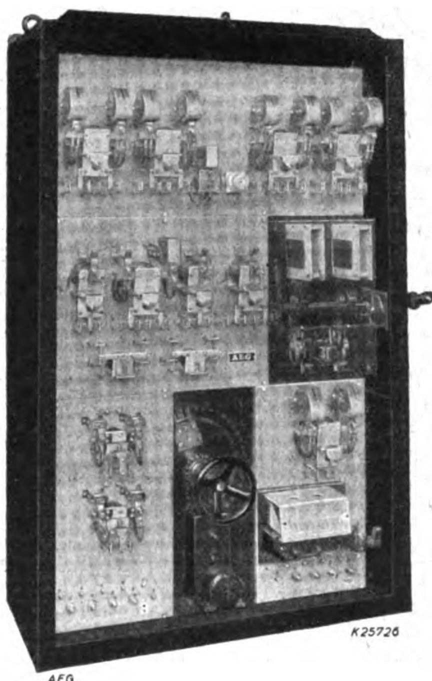


Abb. 5. Universal-Druckknopfsteuerung.

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher

Der Weg der Forschung (insbes. d. Physik). Rede, gehalten bei der Übernahme des Rektorats d. Techn. Hochschule Stuttgart am 30. IV. 1932. Von P. P. Ewald. (Reden u. Aufsätze, herausg. m. Unterstützung d. Vereinigung d. Freunde d. T. H. Stuttgart, Nr. 8.) Mit 15 S. in 8⁰. Verlag A. Bonz' Erben, Stuttgart 1932. Preis geh. 0,50 RM.

Feilen. Von Dr.-Ing. B. Buxbaum. (Werkstattbücher H. 46, herausg. v. Dr.-Ing. E. Simon.) Mit 43 Abb. i. Text u. 60 S. in 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 2 RM.

Zahnräder, Teil 1: Aufzeichnen und Berechnen. Von Dr.-Ing. G. Karrass. (Werkstattbücher H. 47, herausg. v. Dr.-Ing. E. Simon.) Mit 106 Abb. i. Text u. 60 S in 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 2 RM.

Öl im Betrieb. Von Dr.-Ing. K. Krekeler. (Werkstattbücher H. 48, herausg. v. Dr.-Ing. E. Simon.) Mit 39 Abb. i. Text u. 50 S. in 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 2 RM.

Versuchsergebnisse des Versuchsfeldes f. Maschinenelemente der T. H. zu Berlin (Vorsteher Prof. O. Kammerer), H. 10. Ermittlung der Berührungsverhältnisse von Globoidschneckentrieben. Von Dr.-Ing. W. Duhnsen. Mit 40 Textabb. u. 62 S. Ölmengenmessungen an Ringschmierlagern. Von Dr.-Ing. K. Müller. Mit 63 Textabb. u. 42 S. In 4⁰. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1931. Preis geh. 5 RM.

Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik. 11. Aufl. Herausg. v. A. Eucken, O. Lummer † u. E. Waetzmann. Bd. 4, Teil 1: Grundlagen der Lehre von der Elektrizität und dem Magnetismus. Bearb. v. S. Valentiner unt. Mitw. von O. v. Auwers u. H. Herrmann. Mit 744 Fig. i. Text, XXI u. 734 S. in gr. 8⁰. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn AG., Braunschweig 1932. Preis geh. 47,50 RM, geb. 51 RM.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 29. September 1932 | Heft 39

Die Stellung der Elektrizitätswirtschaft in der Aktienrechtsnovelle*.

Von Rechtsanwalt **Bernhard Blau**, Berlin.

I. Die Pflichtrevision[1].

Übersicht. Die durch die Aktienrechtsnovelle eingeführte Pflichtrevision muß den Besonderheiten der Elektrizitätswirtschaft Rechnung tragen. Sie erfordert Spezialkenntnisse des Wirtschaftsprüfers. Bei der Prüfung selbst müssen neben den wirtschaftlichen Fragen auch die technischen berücksichtigt werden, namentlich auf dem Gebiete des Abschreibungs- und Rückstellungswesens, aber auch hinsichtlich des Heimfalls der auf Konzessionen beruhenden Betriebe. Der Behandlung des Erfindungs- und Patentwesens ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Für Elektrizitätskonzerne sind die erweiterten Publizitätsvorschriften der Aktienrechtsnovelle, die sich auch auf ausländische Konzerngesellschaften erstrecken, von Bedeutung.

Die durch die Aktienrechtsnovelle eingeführte Pflichtrevision findet zum ersten Male für Geschäftsjahre Anwendung, die mit dem 30. September 1932 enden, u. zw. für Aktiengesellschaften und Kommanditgesellschaften auf Aktien, die in der Jahresbilanz ein Grundkapital von mehr als 3 Millionen Reichsmark aufweisen. Bei Gesellschaften, die ein Grundkapital von 3 Mill RM oder weniger aufweisen, tritt an die Stelle des 30. September ein späterer, von der Reichsregierung noch festzusetzender Zeitpunkt.

Die durch die Aktienrechtsnovelle eingeführte Pflichtrevision ist nicht nur von formeller Bedeutung für die Prüfung der Bücher, des Inventars, der Bilanz und des Geschäftsberichts, sondern von materieller Bedeutung für den gesamten Betrieb des Unternehmens. Schon in der Begründung des ersten Entwurfs zur Aktienreform ist ausgeführt, daß eine Prüfung, die nur die buchtechnische und die rechnerische Richtigkeit der Buchführung zum Gegenstande hätte, nur von geringem Werte sei. Es heißt, „daß es des Röntgenblickes bedürfe, der durch die intakte Schale der korrekten Buchführung in die maßgebendsten innersten Teile des Betriebes hineindringt". (Vgl. der „Wirtschaftsprüfer" 1932, Nr. 5.) Bei der Schaffung der Pflichtrevision war es vor allem erforderlich, die besondere Eigenart der Betriebe in den Gesamtkomplex der neuen Institution einzuordnen. Gerade die Besonderheiten der Elektrizitätswirtschaft erfordern Spezialkenntnisse auf dem Gebiete der Betriebsprüfung. Um jeden Schematismus von vornherein auszuschließen, haben die Befähigung zur Ausübung der Tätigkeit als Bilanzprüfer nur Personen, die als Wirtschaftsprüfer öffentlich bestellt sind, sowie Prüfungsgesellschaften, die für die Wirtschaftsprüfertätigkeit befähigt sind. Die Bestellung zum Wirtschaftsprüfer ist auf Grund einer Ländervereinbarung erfolgt. Beim Deutschen Industrie- und Handelstag ist eine Hauptstelle für die öffentlich bestellten Wirtschaftsprüfer gebildet. Sie setzt sich aus Vertretern der Spitzenverbände der beteiligten Wirtschaftskreise, der Berufsverbände, des Revisions- und Treuhandwesens und der Zulassungs- und Prüfungsstelle zusammen.

Der Begriff des „Wirtschaftsprüfers" soll Gewähr dafür geben, daß eine nach den Grundsätzen der modernen Betriebswirtschaftslehre zu erfolgende Prüfung stattzufinden hat, unter besonderer Berücksichtigung der Eigenart des Unternehmens. Die Beziehungen zwischen Technik, Wirtschaft und Recht werden hier in dieser Weise wohl zum ersten Male zu einer großen Synthese vereinigt. Es wird hierbei davon ausgegangen, daß die Bilanz der Aktiengesellschaften nicht nur eine Zusammenstellung des Rechnungswerkes bedeutet, sondern den organischen Niederschlag der Wirtschaft des einzelnen Unternehmens. Die Wirtschaftsprüfung umfaßt also auch, insoweit es für die Prüfung der Bilanz und des Geschäftsberichtes erforderlich ist, den technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Aufbau der Unternehmungen. Wie Prion[2] (Betriebsprüfung und Wirtschaftsprüfer S. 4) ausführt, erstreckt sich die materielle Pflichtrevision der Unternehmungen insbesondere darauf, ob die Kosten und Erträge richtig verteilt, die Abschreibungen angemessen, Zugänge, Reparaturen in ihrer Höhe richtig auf Anlagen und Betriebskosten verteilt sind. Schon aus dieser Formulierung ergibt sich, daß der Wirtschaftsprüfer nicht nur buchtechnische und betriebswirtschaftliche Kenntnisse besitzen muß, sondern namentlich bei denjenigen Betrieben, die technische Erzeugnisse herstellen, auch erhebliche technische Kenntnisse. Die Bewertung der Rohstoffe sowie der fertigen Erzeugnisse erfordert spezialisierte technische Kenntnisse. Das gleiche gilt von der Bewertung der Baulichkeiten und der maschinellen Einrichtungen, denn das gesamte Bewertungs- und Abschreibungsproblem ist in gleichem Maße ein technisches wie ein wirtschaftsrechtliches. Dieser Umstand wird auch in der Rechtsprechung des Reichsfinanzhofs (RFH) über Bewertungs- und Abschreibungsfragen bei industriellen Werken in hohem Maße anerkannt. Die vom RFH auf Grund betriebswirtschaftlicher Betrachtungsweise aufgestellten Grundsätze, die frei sind von rein fiskalischen Gesichtspunkten, können auch als Richtlinien für die Bewertungen und Abschreibungen, deren Prüfung einen wesentlichen Teil der Pflichtrevision darstellt, dienen, insbesondere die Grundsätze über den „laufenden Erhaltungsaufwand" und über die Abschreibung vom jeweiligen Restwert der Objekte, also vom wechselnden Wert in wechselnden Sätzen. Die Frage der Abschreibungen steht im engsten Zusammenhange mit den auf die Gegenstände des Anlagevermögens aufgewendeten Reparaturen, also dem laufenden Erhaltungsaufwand. Für die Beurteilung dieses war die Erwägung maßgebend, daß in jedem Betriebe alljährlich gewisse Aufwendungen auf Anlagegegenstände notwendig werden, die in ungefähr bestimmter Höhe regelmäßig wiederkehren und bei denen es daher für die Endergebnisse der Gewinnermittlung unerheblich ist, ob sie im einzelnen jeweils aktiviert und dann nach der Zeitdauer der Verwendung jedes einzelne Jahr anteilmäßig belasten oder ob sie sofort in voller Höhe des gesamten Jahresanfalls in dem betreffenden Jahr abgebucht werden. Es kommt daher entscheidend darauf an, ob nach der Art der Ausgaben und dem Umfange des gesamten Betriebes die Aufwendungen als „laufende" Ausgaben erscheinen wie im besonderen bei den Reparaturen. Für die Frage des laufenden Erhaltungsaufwandes und für die infolgedessen gebotene Abbuchung über Unkosten kommt es aber nicht darauf an, ob die einzelnen Ausgaben etwa eine Verbesserung herbeigeführt und die sonst von der Natur gegebene Lebensdauer des Gegenstandes verlängert haben. Ebenso kommt es nicht darauf an, ob etwa eine Verbesserung oder nur eine Instandsetzung vorliegt. Die Unterschiede zwischen Instandhaltungs- und Instandsetzungskosten sind vom RFH aufgehoben. Es kommt lediglich darauf an, ob, im

* RGBl. I S. 493 v. 19. IX. 1931.

[1] ETZ 1931, S. 1202 u. S. 1587.

[2] ETZ 1931, S. 1587.

Rahmen des Gesamtbetriebes gesehen, derartige Aufwendungen regelmäßig in einer bestimmten Höhe wiederzukehren pflegen. Nur dasjenige, was über den laufenden Erhaltungsaufwand hinausgeht, unterliegt der Aktivierungspflicht. Erst wenn negativ festgestellt ist, daß es sich nicht um einen laufenden Erhaltungsaufwand handelt, kommt die weitere Frage der „Absetzungen wegen Abnutzung“ oder der „Abschreibungen wegen Wertminderung“ in Betracht.

Die vorliegenden, der steuerlichen Rechtsprechung des RFH entnommenen Grundsätze sind nicht nur für die Steuer-, sondern auch für die Handelsbilanz von Bedeutung. Denn die Handelsbilanz bildet im allgemeinen die Grundlage der Steuerbilanz, soweit nicht das Steuerrecht selbst besondere Erfordernisse aufstellt. Die Zusammenhänge zwischen Handels- und Steuerbilanz werden aber gerade auf Grund der Aktienrechtsnovelle noch mehr in Erscheinung treten, da einerseits die Bewertungsvorschriften der Aktienrechtsnovelle (§ 261 HGB.) durch die Rechtsprechung des RFH über die Steuerbilanz wesentlich beeinflußt sind und anderseits der Prüfungsbericht des Wirtschaftsprüfers auch auf Verlangen der Steuerbehörde vorzulegen ist. Der Prüfungsbericht der öffentlich bestellten Wirtschaftsprüfer wird auch in vielen Fällen die steuerlichen Buch- und Betriebsprüfungen einschränken, vielleicht auch in manchen Fällen überflüssig machen. Für die kaufmännische Beurteilung des Abschreibungswesens bei industriellen Werken ist es von Bedeutung, daß sich die neuen Grundsätze des RFH über wechselnde Abschreibungsätze vom wechselnden Buchwert der Objekte auf ein Gutachten des Deutschen Industrie- und Handelstages stützen. Aus diesem ergibt sich, daß die zur Anwendung gelangenden Abschreibungsmethoden durchaus nicht einheitlich sind. Ihre Verschiedenartigkeit entspricht der der jeweiligen Betriebswirtschaft. Diese führt sogar dazu, daß innerhalb des gleichen Betriebes durchaus differenzierte Abschreibungsmethoden und Abschreibungsätze zur Anwendung gelangen müssen. Bei den Maschinen wird es insbesondere darauf ankommen, ob es sich um rasch oder langsam laufende Maschinen handelt, inwieweit sie durch Ermüdungserscheinungen in ihrer Lebensdauer beeinflußt werden. Besondere Grundsätze werden wiederum für elektrische Akkumulatoren zur Anwendung gelangen. Für sie gibt es bereits eine Versicherung, auf Grund deren dieselben zum Zwecke der Beaufsichtigung und Erneuerung versichert werden. Die Abzugsfähigkeit der Prämien der Akkumulatorenversicherung als einer Schadensversicherung steht der Abschreibung nicht entgegen, denn es handelt sich bei der Versicherung gegenüber der Abschreibung um verschiedene wirtschaftliche und rechtliche Tatbestände. Während durch die Abschreibung der Anschaffungspreis der Objekte auf eine bestimmte Reihe von Jahren verteilt werden soll, dient die Akkumulatorenversicherung dem Zufluß einer künftigen Leistung. Eine besonders vorsichtige Abschreibungsmethode muß bei denjenigen Gegenständen obwalten, die eine unbedingte Sicherheit für den Betrieb erforderlich machen. Das gilt insbesondere auch für elektrische Leitungen, deren Nutzungsdauer durch die Isolation beeinflußt wird, und für die Schaltanlagen. Zur Vermeidung von Schäden ist hier die Erneuerung unbedingt notwendig und somit auch erhöhte Abschreibungsätze. Bei dem Heimfall der auf Konzessionen beruhenden Betriebe greift die Abschreibung in ganz besonderem Maße in die gesamte Kapitalwirtschaft des Unternehmens ein.

Andere Grundsätze wiederum werden in der Elektrizitätsindustrie für die Transportanlagen in Betracht kommen, deren Nutzungsdauer durch die Art der Beanspruchung im besonderen Maße bedingt ist. Das erwähnte Gutachten des Deutschen Industrie- und Handelstages ist gerade für die Wirtschaftsprüfung von Bedeutung, da bei ihm, wie erwähnt, die Hauptstelle für die öffentlich bestellten Wirtschaftsprüfer gebildet ist. In diesem Gutachten wird auch darauf hingewiesen, daß bei Maschinen die Abschreibung vom Buchwert zweckmäßiger ist als vom Anschaffungswert. Man nimmt an, daß bei allen Gegenständen, deren Gebrauchsfähigkeit in den ersten Jahren stärker als in späteren Jahren abnimmt, oder deren Wert allein schon durch die Inbetriebnahme wesentlich beeinflußt wird, die Abschreibung vom Buchwert maßgebend ist. Die Abschreibungen vom Anschaffungswert hingegen werden für zweckmäßig in denjenigen Fällen gehalten, in denen die Abnutzung sich mehr gleichmäßig verteilt. Eine weitere Frage entsteht, ob die Abschreibungen zweckmäßig auf die einzelnen Gegenstände des Anlagekapitals erfolgen oder, ob man ganze Gruppen zusammenfassend behandelt. In dem Gutachten des Deutschen Industrie- und Handelstages wird festgestellt, daß bei der Abschreibung vom Buchwert die Kollektivabschreibung überwiegend angewandt wird, indem man mit gleichen Sätzen vom jeweiligen Buchwert bestimmter Anlagegruppen, wie Gebäude, Maschinen, eine Verteilung der Abschreibungsbeträge vornimmt.

Neben der Prüfung der Bewertungs- und Abschreibungsfragen werden bei der Pflichtrevision die Fragen der Organisationskosten eine erhebliche Rolle spielen. Durch die ausdrückliche Bestimmung der Aktienrechtsnovelle, daß die Kosten der Gründung und der Kapitalerhöhung nicht als Aktiven eingesetzt werden dürfen, wird zugleich mittelbar festgestellt, daß eine Aktivierung der Organisationskosten stattfinden darf. Sie rechtfertigt sich daraus, daß diese Kosten nicht zu den „Betriebskosten“ im engeren Sinne gehören, sondern daß sie Werte schaffen, die für die Dauer berechnet sind. Würden Organisationskosten für den Aufbau des Unternehmens und für die Werbetätigkeit nicht aktiviert werden können, müßten unter Umständen Verluste ausgewiesen werden, die tatsächlich nicht eingetreten sind.

In der Elektrizitätswirtschaft, in der ein großer Komplex von Erfindungen vereinigt ist, spielt die Frage der Wahrung von Betriebsgeheimnissen eine besondere Rolle, u. zw. auch für die Pflichtrevision. Die Aktienrechtsnovelle selbst hat erweiterte Publizitätsbestimmungen geschaffen, insbesondere für den Geschäftsbericht, der der Pflichtrevision unterliegt. Zugleich hat sie jedoch selbst die Grenzen der Publizität für den Geschäftsbericht festgestellt: die Berichterstattung kann insoweit unterbleiben, als das überwiegende Interesse einer der beteiligten Gesellschaften (Konzerngesellschaften) oder der Allgemeinheit es erfordert. Der Wirtschaftsprüfer hat also auch bei der Pflichtrevision, der der Geschäftsbericht unterliegt, in Fühlungnahme mit der Verwaltung festzustellen, ob die Geheimhaltung von Geschäftsvorfällen gerechtfertigt ist. Dem Wirtschaftsprüfer gegenüber besteht eine Befugnis zur Geheimhaltung nicht. Der Vorstand hat vielmehr dem Wirtschaftsprüfer alle Angaben zu machen, die für eine ordnungsmäßige Pflichtrevision erforderlich sind. Was jedoch für die Verwaltung der Gesellschaft gilt, muß auch für den Wirtschaftsprüfer gelten. Eine geschäftschädigende Preisgabe von Mitteilungen im Geschäftsbericht verstößt gegen die Interessen der Gesellschaft. Auf Grund der Bestimmungen der Aktienrechtsnovelle besteht, trotz allgemeiner Anerkennung der Publizität, auch eine Verpflichtung zur Geheimhaltung, wo es das überwiegende Interesse der Gesellschaft oder gegebenenfalls der Allgemeinheit erfordert. Diese Grenzen sind auch vom Wirtschaftsprüfer einzuhalten.

Die Verantwortung des Vorstandes der AG. wird bei der Pflichtrevision noch dadurch gesteigert, daß der Prüfungsbericht des Wirtschaftsprüfers unmittelbar an den Aufsichtsrat geht. Der Vorstand, auf dessen Angaben sich neben den geschäftlichen Unterlagen der Prüfungsbericht aufbaut, hat kein gesetzliches Recht auf Einsichtnahme des Berichtes. Es liegt vielmehr im Ermessen des Aufsichtsrates, in welchem Umfange der Vorstand von dem Inhalt des Prüfungsberichtes unterrichtet wird.

Für Elektrizitätskonzerne, zu denen ausländische Gesellschaften gehören, werden sich sowohl für die Offenlegung der Konzernverflechtungen im Geschäftsbericht als für die Pflichtrevision insofern Schwierigkeiten ergeben können, als ausländische Konzerngesellschaften nicht den Normen des deutschen Aktienrechts unterliegen. Hier werden im wesentlichen die Angaben der Verwaltung über die Beziehungen zu den ausländischen Gesellschaften maßgebend sein. Die Auskunftspflicht des Vorstandes gegenüber dem Aufsichtsrat ist in der Aktienrechtsnovelle dadurch festgestellt, daß auf Verlangen des Aufsichtsrats auch über die Beziehungen zu Tochter- und Konzerngesellschaften zu berichten ist.

Ein zweiter Aufsatz über die neuen Bilanzvorschriften, die zum erstenmal für das Geschäftsjahr zur Anwendung kommen, das mit dem 30. IX. 1932 endet, folgt.

Verluste in technischen Isolierstoffen *.

(Mitteilung aus dem Starkstrom-Laboratorium des AEG-Kabelwerks Oberspree.)

Von Dr.-Ing. **E. Kirch**, Berlin.

Übersicht. In der ersten Hälfte des Aufsatzes werden die beiden Theorien behandelt, die eine Erklärung für die Natur der Verluste geben können (Maxwell-Wagner, Debye). In der zweiten Hälfte wird bei der Diskussion der Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen erörtert, in welchen Fällen die eine oder andere Theorie die größere Wahrscheinlichkeit für sich hat. Durch Versuche wird die zuerst von Kitchin ausgesprochene Ansicht gestützt, daß das bei technischen Isolierstoffen (Harz, Öl-Harz-Gemisch) auftretende Verlustmaximum durch die Gegenwart von Dipolmolekülen verursacht ist. Auch bei synthetischen Isolierstoffen wurden Maxima festgestellt. Zur Klärung der noch recht widerstreitenden Auffassungen wird enge Zusammenarbeit zwischen Physiker, Chemiker und Ingenieur empfohlen.

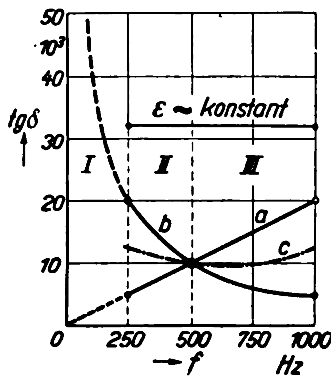
Von grundlegender Bedeutung für die Brauchbarkeit eines Isolierstoffes zu technischen Zwecken sind bekanntlich seine dielektrischen Verluste. Weil man nun einen Vorgang — zumindest in gewissen Grenzen — beeinflussen kann, wenn man sein Wesen kennt, ist es begreiflich, daß man sich bereits seit den Anfängen der Isoliertechnik für die Natur dieser Verluste interessierte. Blickt man zurück auf die gesamte Literatur über dielektrisches Material, so stellt man fest, daß die theoretischen Abhandlungen einen diesen schwierigen Fragen gebührenden Raum einnehmen. Dies gilt sowohl für die Gruppe von Arbeiten, die analog den Maxwellschen Betrachtungen über die Nachladung bei Gleichstrom auf entsprechenden Ersatzschemata eine Theorie für die dielektrischen Verluste bei Wechselstrom aufbaut (Wagner), als auch für die andere Gruppe, welche den Vorgang auf den molekularen Aufbau zurückführt (Debye). Etwas stiefmütterlich im Vergleich hierzu hat man jedoch die experimentelle Seite behandelt — leider auch bei uns in Deutschland, was wohl mit der Knappheit der Geldmittel zu entschuldigen ist. Es trifft allerdings zu, daß eine große Menge von Einzeluntersuchungen vorliegt. Diese sind jedoch durchweg auf ein spezielles Bedürfnis zugeschnitten und deshalb zum größten Teil wenig geeignet zum Nachweis von Gesetzmäßigkeiten. Wo man sie dennoch hierzu herangezogen hat, hat man sich deshalb m. E. auch des öfteren durch eine funktionelle Ähnlichkeit täuschen lassen und nicht das zutreffende Urteil gefällt. Um mitzuwirken, die bestehende Lücke auszufüllen, habe ich hier einige Versuchsergebnisse zusammengestellt, die wir im Starkstrom-Laboratorium des AEG-Kabelwerks Oberspree gewonnen haben. Daß wir die Versuche auf eine breitere Basis stellen mußten, als an sich für die Zwecke der Kabelherstellung notwendig gewesen wäre, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Es sei mir erlaubt, mit Rücksicht auf den Nichtspezialisten vor Wiedergabe der Versuchsergebnisse die theoretischen Grundlagen, soweit nötig, in knapper Form zu erörtern. Zunächst werde ich die Ersatzschemata, die für das verlustbehaftete Dielektrikum an sich möglich sind, kurz behandeln, dann die Wagner-Theorie an Hand einiger Zahlenbeispiele durchgehen und schließlich die Endresultate der Debyeschen Theorie diskutieren.

Rein formal läßt sich ein verlustbehaftetes Dielektrikum durch die Serienschaltung eines Kondensators mit einem Widerstand darstellen (ob und wann dieses Ersatzbild den physikalischen Verhältnissen gerecht wird, sei später erörtert). Betrachtet sei als Beispiel zunächst einmal die Frequenzabhängigkeit des Verlustfaktors einer solchen Schaltung (Abb. 1). Der Widerstand und die in Serie mit dem Widerstand liegende Kapazität sind konstant angenommen. Der kapazitive Widerstand mit dem Wert $1/\omega C$ fällt proportional mit der Periodenzahl. Entsprechend steigt das Verhältnis Wirkwiderstand zu kapazitivem Widerstand, d. h. der Fehlwinkel der Anordnung, proportional mit der Frequenz (Kurve *a*).

Die zweite formal mögliche Ersatzschaltung für das verlustbehaftete Dielektrikum ist die Parallelschaltung einer Kapazität und eines Widerstandes. Auch hier seien wiederum Widerstand und Kapazität konstant angenommen und die Frequenzabhängigkeit untersucht. Wegen der inversen linearen Abhängigkeit des kapazitiven Widerstandes von der Frequenz fällt hier der Fehlwinkel (Kurve *b*), der in diesem Falle durch das Verhältnis des kapazitiven Widerstandes zum ohmschen Widerstand dargestellt ist, nach einer hyperbolischen Funktion mit steigender Frequenz ab. Der Verlauf ist also derart, daß sich bei Verdoppelung der Frequenz, beispielsweise von 50 auf 100 bzw. 100 auf 200 Hz usw., der Fehlwinkel jeweils auf die Hälfte vermindert.

Wenn ein verlustbehaftetes Dielektrikum zur Hälfte aus Teilen bestünde, denen die erste Ersatzschaltung gerecht wird, zur anderen Hälfte aus solchen Teilen, für die die zweite Ersatzschaltung das richtige Bild darstellt, so würde einem solchen Dielektrikum unter der Voraussetzung, daß diese Teile in Serie geschaltet wären, ein Verlustwinkel eigen sein, der im vorliegenden Fall angenähert dem Mittelwert der eingezeichneten Kurven entspricht (Kurve *c*). Betrachten wir diese Funktion einmal, so sehen wir, daß sie im Bereich *II* abfällt, während sie im Bereich *III* anzusteigen beginnt. Nimmt man an, ein Beobachter habe Untersuchungen an einem solchen Dielektrikum in dem Bereich zwischen 50 und 100 Hz vorgenommen und auf Grund der Gleichmäßigkeit der gemessenen Funktion seine Meßwerte nach dem Bereich höherer Frequenz hin extrapoliert, und ein anderer, der die Untersuchungen im Bereiche höherer Frequenzen durchgeführt hat, habe das gleiche für den Bereich niedrigerer Frequenzen getan, so sieht man, daß beide Beobachter unbedingt zu widersprechenden Ergebnissen hinsichtlich der Abhängigkeit des Verlustwinkels von der Periodenzahl kommen müßten. Der eine von beiden würde behaupten, daß die Verluste mit wachsender Periodenzahl steigen, der andere, daß sie fallen. Nach diesem einfachen Beispiel wird es nicht mehr Wunder nehmen, daß sich in dieser Beziehung in der Literatur über dielektrische Stoffe die widersprechendsten Angaben finden bzw. fanden.



a Serienschaltung von *R* und *C*

ν	$\frac{1}{\omega C_s}$	R_s	$\operatorname{tg}\delta = \frac{R_s}{\frac{1}{\omega C_s}}$
50	1000	1	$1 \cdot 10^{-3}$
250	200	1	$5 \cdot 10^{-3}$
500	100	1	$10 \cdot 10^{-3}$
1000	50	1	$20 \cdot 10^{-3}$

b Parallelschaltung von *R* und *C*

ν	$\frac{1}{\omega C_p}$	R_p	$\operatorname{tg}\delta = \frac{\frac{1}{\omega C}}{R_p}$
50	1000	10^4	$100 \cdot 10^{-3}$
250	200	10^4	$20 \cdot 10^{-3}$
500	100	10^4	$10 \cdot 10^{-3}$
1000	50	10^4	$5 \cdot 10^{-3}$

Abb. 1. Zahlenbeispiel für Ersatzschaltungen verlustbehafteter Dielektrika.

Es ist das Verdienst von Wagner, durch eine ganz allgemeine Betrachtung nachgewiesen zu haben, daß je nach den Konstanten (*C* und *R*) des Ersatzbildes, das für ein geschichtetes oder Misch-Dielektrikum gilt — vorausgesetzt natürlich, daß überhaupt ein Ersatzbild dieser Art denkbar ist —, der Fehlwinkel mit der Frequenz nicht nur fallen oder steigen kann, sondern daß er u. U. auch über ein Maximum führt. Weiterhin beschäftigen sich die Untersuchungen von Wagner mit der Abhängigkeit des Fehlwinkels von der Temperatur, und es wird gezeigt, daß der Fehlwinkel auch in dieser Abhängigkeit u. U. ein Maximum durchläuft. Außer dem Verlauf des Fehlwinkels hat Wagner auch den Verlauf der scheinbaren Dielektrizitätskonstante in Abhängigkeit von der Temperatur und der Periodenzahl ermittelt. Auf den folgenden Bildern habe ich sowohl für die Abhängigkeit des Fehlwinkels und der Dielektrizitätskonstante von der Temperatur als auch die von der Periodenzahl die entsprechenden Kurven entworfen und die zugehörigen Ersatzbilder und Diagramme gezeichnet.

In Abb. 2 ist zunächst die Abhängigkeit von der Temperatur bei konstanter Periodenzahl wiedergegeben. Die Betrachtung gilt für den sog. Zweischichten-Kondensator. Die kapazitiven Widerstände der beiden Schichten sind gleichgesetzt und außerdem als konstant angenommen. [Die Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstante (Kapazität) von der Temperatur ist also vernachlässigt.] Für den Isolationswiderstand bzw. einen den Verlusten entspre-

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 26. III. 1931. Die Besprechung folgt in einem der nächsten Hefte.

chenden Fiktivwiderstand der Schicht *I* ist angenommen, daß dieser bei der Temperatur T_1 10^8, bei T_2 10^7, bei T_3 10^6 Ω beträgt. Die Schicht *II* sei hinsichtlich ihrer Ableitung bzw. Verluste minderwertiger. Für die entsprechenden Fiktivwiderstände sind hier bei den Temperaturen T_1, T_2, T_3 Werte von 10^5, 10^3 und 10^2 Ω angesetzt. Wir beschränken uns bei der Betrachtung auf eine mäßige Genauigkeit und vernachlässigen die den kapazitiven Wider-

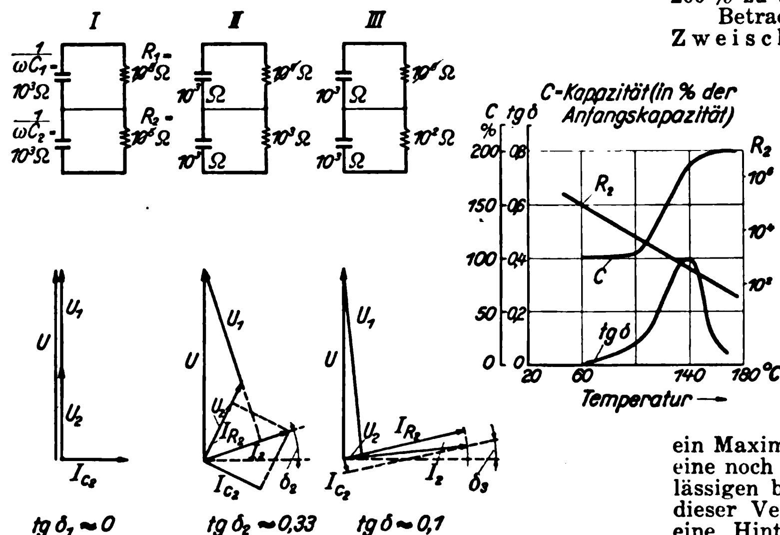


Abb. 2. Abhängigkeit des Verlustwinkels von der Temperatur nach der Theorie von Wagner.

ständen parallel gelegten Verlustwiderstände, wenn die letzteren von 10^2mal größerem Betrage sind. In diesem Sinne können wir also von vornherein alle Parallelwiderstände der oberen Hälfte streichen und außerdem denjenigen der unteren Hälfte im Ersatzbild *I*. Für das Ersatzbild *I* ergibt sich also bei unserer Vernachlässigung ein um 90 ° phasenverschobener Strom und eine Spannungsverteilung auf die beiden Kondensatoren im Verhältnis 1 : 1.

Anders bei dem Ersatzbild *II*. Hier sind Verlustwiderstand und kapazitiver Widerstand der unteren Hälfte von gleicher Größenordnung. Infolgedessen führen sie unter der gleichen Spannung den gleichen Strom. Der Strom in der Kapazität ist gegenüber dieser Spannung, die hier mit U_2 bezeichnet ist, um 90 ° phasenverschoben, der Strom im Verlustwiderstand liegt in Phase mit der Teilspannung U_2. Die Spannung U_1 am kapazitiven Widerstand *I* steht senkrecht zu dem aus beiden Strömen resultierenden Gesamtstrom, der im vorliegenden Falle mit I_2 bezeichnet ist. Spannung U_2 und U_1 ergänzen sich zur Gesamtspannung *U*. Der Fehlwinkel δ als Differenz zwischen 90 ° und φ hat die Größe von rd. 20 °.

Beim Ersatzbild *III* ist der ohmsche Widerstand in der unteren Hälfte des Ersatzbildes bereits geringer als der kapazitive. Der einer Spannung U_2 entsprechende Wirkanteil liegt in Phase mit dieser Spannung, der Kapazitätsstrom wieder senkrecht dazu. Die Teilspannung U_1 entspricht wiederum dem Produkt aus dem resultierenden Strom I_2 und dem kapazitiven Widerstand $1/\omega C_1$. Aus beiden Spannungen ergibt sich die Gesamtspannung *U*. Wie das Diagramm zeigt, ist der Fehlwinkel des Dielektrikums gefallen, obwohl die eine Hälfte um eine Größenordnung schlechter geworden ist. Bei noch höherer Temperatur wird er wiederum praktisch den Wert 0 annehmen, weil dann der Wirkwiderstand R_2 sehr klein geworden ist und praktisch keine Leistung mehr von ihm verzehrt wird. Für den zuletzt erörterten Fall sehen wir auch ohne weiteres, daß dann die Kapazität doppelt so hoch geworden ist, weil an Stelle der Hintereinanderschaltung zweier gleich großer Kondensatoren hier nur einer dieser beiden für den Kapazitätsstrom maßgebend ist. Gemessen an dem Anfangswert der Kapazität (Dielektrizitätskonstante), den wir mit 100 % beziffern wollen, haben wir es also mit der Kapazität 200 % zu tun.

Betrachten wir nun einmal beim Wagnerschen Zweischichtenkondensator die Abhängigkeit des Fehlwinkels und der scheinbaren Dielektrizitätskonstante von der Periodenzahl (Abb. 3). Auch hier sollen uns Ersatzbilder und Diagramme bei der Überlegung unterstützen. Als Periodenzahlen seien für die Fälle *I, II, III* und *IV* 50, 500, 5000 und 500 000 Hz angenommen. Betragen die kapazitiven Widerstände der Schichten im Falle *I* 100 bzw. 1000, so betragen sie in den Fällen *II, III* und *IV* entsprechend der umgekehrten Proportionalität mit der Periodenzahl 10 bzw. 100, 1 bzw. 10, 0,01 bzw. 0,1 Ω für die 1. und 2. Schicht. Die Widerstände der Schichten *I* und *II* sind konstant angenommen und haben die Werte 1000 und 10 Ω. Die Diagramme sind hier genau so wie im vorher behandelten Fall entwickelt und zeigen uns, daß auch hier der Fehlwinkel über ein Maximum geht. Zur Kontrolle stellen wir einmal kurz eine noch rohere Betrachtung als vorhin an und vernachlässigen bereits die Größen in der ersten Dezimale. Bei dieser Vernachlässigung ist das Ersatzbild *I* nur mehr eine Hintereinanderschaltung eines kapazitiven Widerstandes 100 mit einem Wirkwiderstand 10, muß also einen tg δ von der Größenordnung 0,1 aufweisen, im Falle *II* haben wir es mit einer Hintereinanderschaltung eines kapazitiven und ohmschen Widerstandes von gleicher Größe zu tun. Wir müssen also hier einen tg δ von der Größenordnung 1 haben. Im Falle *III* schließlich haben wir es mit der Parallelschaltung zweier gleich großer

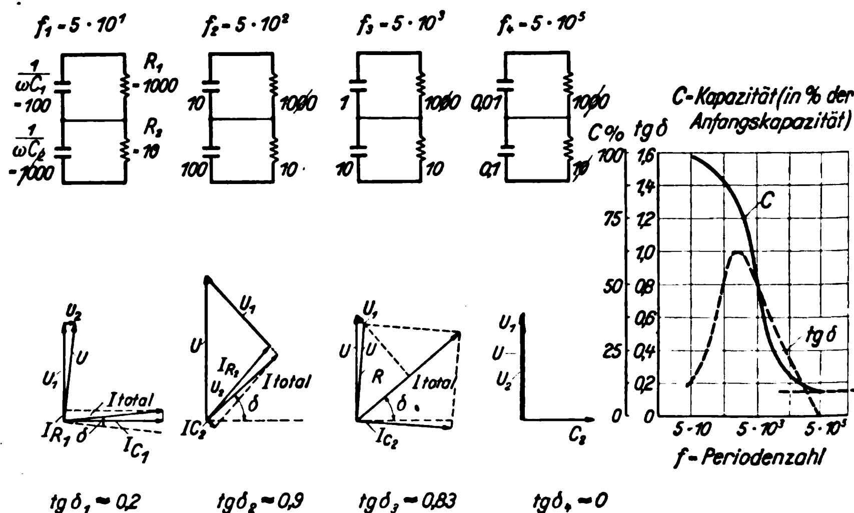


Abb. 3. Abhängigkeit des Verlustwinkels von der Frequenz nach der Theorie von Wagner.

Widerstände zu tun, wenn wir hier den vorgeschalteten kapazitiven Widerstand von der Größenordnung 1 übersehen. Wir müssen es auch hier wiederum mit einem tg δ von der Größenordnung 1 zu tun haben. Für das Bild *IV* schließlich ergibt sich ein Winkel von vernachlässigbarer Größe.

Wagner hat nun in seinen Rechnungen nachgewiesen, daß für den Fall, daß man es nicht mit einer Schichtung zu tun hat, sondern mit einer beliebigen Verteilung der Komponenten, alles das, was für den Zweischichten-Kondensator gilt, prinzipiell auch für eine solche Anordnung zutrifft. Das, worin sich eine solche komplizierte Anordnung von der Zweischichtanordnung unterscheidet, sind auf Grund einer veränderten Feldform lediglich die Konstanten der Funktionen, die wir oben entwickelt haben. *(Fortsetzung folgt.)*

Ein neues Spannungsrelais für die selbsttätige Steuerung von Regeltransformatoren.

Von P. Paschen und M. Schwaiger, Nürnberg.

Übersicht. In neuerer Zeit werden für die Spannungsregelung in Netzen vorwiegend Regeltransformatoren verwendet; die selbsttätige Steuerung des Regelschaltwerkes tritt mehr in den Vordergrund. Es wird ein neues Spannungsrelais beschrieben, welches die an eine Automatik für solche Apparate zu stellenden Anforderungen besonders gut erfüllt und leicht den jeweiligen Betriebsverhältnissen angepaßt werden kann.

Zum Ausgleich von Spannungschwankungen in ausgedehnten Netzen finden in den letzten Jahren Regeltransformatoren sowohl in der Ausführung als Leistungstransformatoren als auch als Zusatztransformatoren mit gestufter Wicklung immer weitergehende Anwendung. Für den praktischen Betrieb genügt es in den allermeisten Fällen, die Spannung innerhalb gewisser Grenzen, die im allgemeinen ±0,5 ... ±5% des Sollwertes betragen, annähernd halten zu können; auf ein genaues und unmittelbares Ausregeln jeder Spannungschwankung braucht kein Wert gelegt zu werden. Unter dieser Voraussetzung arbeitet der Regeltransformator vollkommen befriedigend. Natürlich sind die Kontakte der Lastschalter, welche den Übergang von Stufe zu Stufe unter Last, also ohne Betriebsunterbrechung ermöglichen, einer gewissen Abnutzung unterworfen. Diese läßt sich aber durch geeignete Schalterkonstruktionen und zweckentsprechende Handhabung der Regelung in durchaus tragbaren Grenzen halten.

Wird der Regeltransformator elektrisch durch Druckknöpfe gesteuert, so hat gewöhnlich das Personal der Warte für die gute Spannungshaltung zu sorgen. Erfahrungsgemäß werden auch bei verhältnismäßig unruhigem Betriebe kaum mehr als 30 Stufenschaltungen im Laufe eines Tages ausgeführt. Der Verschleiß an den Lastschaltern ist bei einer so verhältnismäßig geringen Beanspruchung des Reglers ebenfalls nur gering; einmaliges Überholen der Schalter im Laufe eines Jahres genügt vollständig zu ihrer Instandhaltung. Das damit verbundene kurzzeitige Abschalten kann leicht in Kauf genommen werden.

Der selbsttätigen Steuerung des Regelschalters fällt die Aufgabe zu, dem Schaltwartenpersonal die lästige Aufgabe dauernder Beobachtung der Spannung und des wiederholten Nachregelns abzunehmen sowie die Sauberkeit der Spannungshaltung zu verbessern. Diejenigen Ungenauigkeiten in der Spannungshaltung, die durch die Stufung des Regeltransformators bedingt sind, können allerdings auch durch selbsttätige Regelung nicht vermieden werden. Es ist sogar erforderlich, den Unempfindlichkeitsbereich des steuernden Spannungsrelais etwas größer als die Stufenspannung des Regeltransformators zu halten, um den Regler vor dauerndem oder gelegentlichem Pendeln bei bestimmten Spannungsverhältnissen zu schützen. Die Steuerimpulse müssen mit Rücksicht auf ruhigen Betrieb und um unnötigen Verschleiß der Schalter zu vermeiden, mit einer gewissen Verzögerung gegeben werden. Gerade die letztere Forderung ist für die Automatik wesentlich. Es ist leicht einzusehen, daß eine unverzögerte Impulsgabe nur brauchbar wäre, wenn bei praktisch unendlich feiner Stufung der Regelwicklung der Regelschalter den Steuerimpulsen eines höchst empfindlichen Relais augenblicklich folgen würde. Diese Voraussetzung kann ein Stufenregler nicht erfüllen. Von den jeweiligen Betriebsverhältnissen wird es nun abhängen, wie groß die Verzögerung gemacht werden soll. Ganz allgemein läßt sich sagen, daß bei größeren Spannungsabweichungen der Regelvorgang verhältnismäßig bald einsetzen soll, während kleinere Spannungsunterschiede nur ausgeregelt zu werden brauchen, wenn sie während längerer Zeit bestehen bleiben; die Verzögerung soll also abhängig sein von der Größe der Abweichung des Istwertes der Spannung vom Sollwert. Eine solche Charakteristik ließ sich bisher in sehr grober Annäherung und mit großem Aufwand dadurch erreichen, daß man z. B. zwei Spannungsrelais verschiedener Empfindlichkeit in Verbindung mit Verzögerungsrelais verwendete, wobei bei kleinen Spannungsabweichungen das eine Relais mit langer Verzögerung, bei großen Abweichungen das andere mit kurzer Verzögerung ansprach[1]. Den praktischen Bedürfnissen wird man aber am nächsten kommen, wenn die spannungsabhängige Verzögerung selbst noch zerlegt wird in eine längere Anfangsverzögerung, die vom Moment der Spannungsabweichung vom Sollwert bis zur Impulsgabe wirksam ist, und in eine kürzere Verzögerung, die von der ersten Impulsgabe bis zum Wiedererreichen der Sollspannung die zeitliche Folge der Stufenschaltungen beeinflußt.

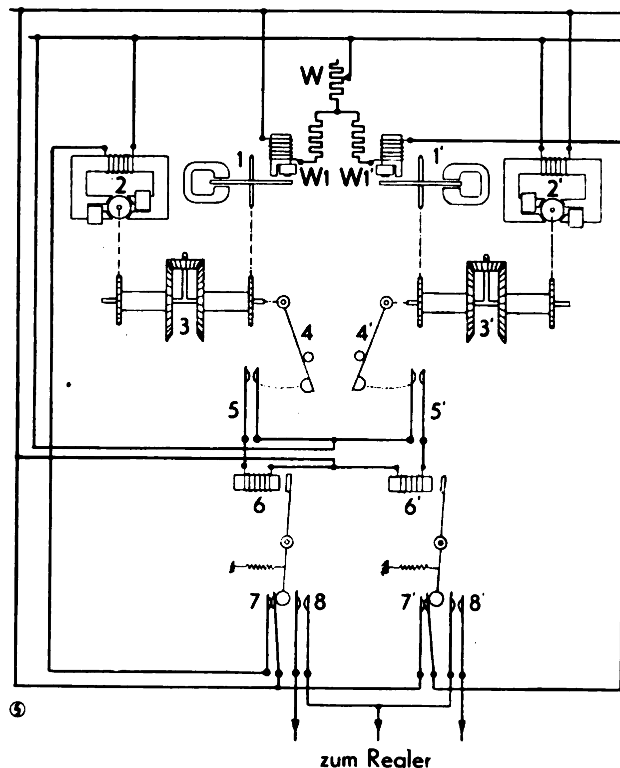


Abb. 1. Grundsätzlicher Aufbau und Schaltbild des Spannungsrelais.

Die Anforderungen, die eine spannungsabhängige Automatik für Regeltransformatoren erfüllen soll, lassen sich im einzelnen wie folgt stellen:

1. Auf kleine Spannungschwankungen innerhalb eines einstellbaren Unempfindlichkeitsbereiches („toter Bereich") darf die Automatik nicht ansprechen. Dieser tote Bereich soll von + 0,5 bis etwa + 5 % einstellbar sein und der Stufenspannung des Regeltransformators angepaßt werden können.
2. Nach Über- oder Unterschreiten des toten Bereiches soll die Automatik nicht sofort, sondern erst nach einiger Zeit („Laufzeit") einen Regelvorgang einleiten. Die Laufzeit soll möglichst umgekehrt proportional den Abweichungen zwischen dem Istwert und dem Sollwert sein. Sie muß in weiten Grenzen eingestellt und auf die Betriebsbedürfnisse abgestimmt werden können.
3. Der Regelvorgang soll durch einen Kontaktstoß von kurzer Dauer (rd. ½ s) eingeleitet werden.
4. Unabhängig von der eingestellten Verzögerung müssen die Kontaktstöße in verhältnismäßig kurzen, aber auch wieder spannungsabhängigen Zwischenräumen aufeinander folgen, wenn die Spannungsabweichung durch einmalige Regelung nicht ausgeglichen ist.
5. Der Steuerkontakt des Spannungsrelais muß momentan geschlossen und momentan geöffnet werden.
6. Der Eigenverbrauch des Spannungsrelais einschließlich Vorwiderständen soll mit Rücksicht auf die geringe Belastbarkeit von Hochspannungswandlern 25 VA nicht überschreiten.

Es wurde eine neuartige Relaiskonstruktion entwickelt (Type R 2 E L), bei der die Erfüllung aller dieser Forderungen dem Steuerrelais selbst übertragen werden konnte. Das Spannungsglied ist ein Ferrarismotor, dessen Drehzahl mit dem Quadrat der anliegenden zu regelnden Spannung veränderlich ist und mit der konstanten Umlaufzahl

[1] Vgl. Palme, Electr. Wld., N. Y., Bd. 87, S. 1221 (1926).

menspannung des Wandlers der Größe (entsprechend dem Maßstab) und Richtung nach. Entsprechend dem angenommenen Drehsinne eilt V_2 dem Vektor V_1 vor, der Fehlwinkel ε (AOB) zwischen beiden wird deshalb als positiv bezeichnet. In Abb. 2 b entspricht das $\Delta\, AOB$ dem Diagramm 2 a, und ε ist der Fehlwinkel des Spannungswandlers. In den meisten praktisch vorkommenden Fällen einer Brückenmessung mit Wandler ist infolge des kleinen sekundären Belastungsstromes der Fehlwinkel ε positiv.

Der besseren Übersicht wegen wird ein Transformatorendiagramm gewöhnlich für ein Übersetzungsverhältnis $\ddot{u} = 1$ gezeichnet. Der Maßstab wird z. B. für die Primärseite gewählt, und die Spannungsabfälle der Sekundärseite werden mit $\ddot{u}$ multipliziert eingezeichnet. (Der Sekundärstrom wird entsprechend durch $\ddot{u}$ dividiert.) Werden die Spannungsabfälle auf der Sekundärseite in ihrer wirklichen Größe gebraucht, so werden die Vektoren des Diagramms umgerechnet. Ohne Umrechnung dürfen die Spannungsabfälle der Primär- und Sekundärseite nicht miteinander verglichen werden, da sie in verschiedenen Maßstäben aufgezeichnet sind.

Aus Abb. 1 geht aber hervor, daß im vorliegenden Falle Spannungsabfälle der Primär- und Sekundärseite des Wandlers direkt miteinander verglichen werden müssen. Abstimmung der Brücke (d. h., daß das Vibrationsgalvanometer $V.G.$ stromlos ist) wird vorhanden sein, wenn der Spannungsabfall am Widerstand R_1 des Zweiges *1* (Primärseite) die gleiche Größe und Richtung hat wie der gesamte Spannungsabfall an der Serienschaltung von R_2 und L_2 des Zweiges *2* (Sekundärseite). Soll diese Gleichheit der Größe und Phasenlage aus dem Vektordiagramm hervorgehen, so müssen Primär- und Sekundärseite des Wandlers im gleichen Maßstab (z. B. 1000 V = 1 cm) dargestellt werden. Um die notwendige Klarheit zu erhalten, wurde in Abb. 2 b ein Vektordiagramm zu Abb. 1 gezeichnet unter der Voraussetzung, daß der Wandler das Übersetzungsverhältnis $\ddot{u} = 2$ hat. Auf ein Übersetzungsverhältnis $\ddot{u} = 1$ bezogen, würde, wie erwähnt, der Vektor OB die Größe und Richtung der sekundären Klemmenspannung V_2 angeben. Wird V_2 aber im gleichen Spannungsmaßstabe wie V_1 aufgetragen, also in tatsächlicher Größe, so ist die sekundäre Klemmenspannung $OC = |V_2|$. (Durch diese Schreibweise möge angedeutet werden, daß V_2 in seiner wirklichen Größe eingezeichnet ist.)

Aus dem Diagramm Abb. 2 b ergibt sich die Winkelbeziehung:

$$\operatorname{tg}\varepsilon = \operatorname{tg}(\psi - \varphi - \gamma). \tag{1}$$

Daraus läßt sich der Fehlwinkel δ des zu untersuchenden Kabels ermitteln. Eine große Zahl von Rechnungsgliedern erweist sich bei näherer Untersuchung als so klein, daß sie vernachlässigt werden können, ohne das Ergebnis unzulässig zu fälschen. Es bleibt dann

$$\operatorname{tg}\delta = m\, C_2 R_2 - m\, C_1 R_1 + \operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\varepsilon - \operatorname{tg}\gamma, \tag{2}$$

wobei $\operatorname{tg}\gamma = \frac{m\, L_2}{R_2}$ und α der Fehlwinkel des Vergleichskondensators[1] ist.

Diese Gleichung ist noch nicht zur Bestimmung des $\operatorname{tg}\delta$ geeignet, da in ihr der Wert C_1 vorkommt, die Kapazität des unbekannten Objektes. Es muß deshalb C_1 durch andere bekannte Größen der Brückenschaltung ausgedrückt werden. Man erhält die Beziehung

$$\frac{C_1\, \ddot{u}}{C_2} = \frac{R_2}{R_1}. \tag{3}$$

Setzt man den Wert für C_1 aus Gl. (3) in (2) ein, so ist:

$$\operatorname{tg}\delta = m\, C_2 R_2 \left(1 - \frac{1}{\ddot{u}}\right) + \operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\varepsilon - \operatorname{tg}\gamma, \tag{4}$$

wobei zu dem jeweiligen Wert des veränderlichen Präzisionswiderstandes R_2' der Verlustwiderstand R_L der Induktivität L_2 hinzuzurechnen ist, also $R_2 = R_2' + R_L$.

Da in den Fällen, in denen die beschriebene Schaltung mit Erfolg verwendet werden kann, $\ddot{u}$ sehr groß ist (z. B. $\ddot{u} = 1000$), kann meistens der Wert $1 - 1/\ddot{u} = 1$ gesetzt werden.

Wie aus den Diagrammen hervorgeht, muß im vorliegenden Falle die Brückenabstimmung mit einer Induktivität herbeigeführt werden, wenn man den Hochspannungszweig *1* der Brücke nicht berühren will. Ein induktiver Brückenabgleich mit Variometer ist jedoch nicht sehr angenehm. Die häufig notwendige Umschaltung der Variometer ist umständlich, besonders weil dadurch auch der ohmsche Widerstand des Zweiges verändert wird. Um die lästige Umschaltung zu vermeiden, wurde auf den Einbau des Variometers verzichtet und statt dessen eine kleine, unveränderliche Normalinduktivität eingebaut. Die Größe der Induktivität wurde möglichst klein gewählt (in vorliegendem Falle 0,01 H), so daß die Brücke induktiv nur wenig überkompensiert war. Dafür wurde dann parallel zu der Serienschaltung von L_2 und R_2 eine veränderliche Kapazität C_2' gelegt, mit der durch Gegenkompensation der Brückenabgleich erfolgte (Abb. 1). Es muß natürlich mit einer Beeinflussung der Festinduktivität durch Fremdfelder gerechnet werden, doch, wie durch Vergleichsmessungen festgestellt werden konnte, erlaubte die letztere Methode ein genügend ruhiges und hauptsächlich schnelleres Arbeiten an der Brücke.

Eine unangenehme Seite bringt allerdings diese Arbeitsweise mit sich. Die Errechnung des resultierenden Winkels der Parallelschaltung, bestehend aus R_2, L_2 und C_2' (s. Abb. 1), ist einigermaßen umständlich; doch zeigt es sich bei genauer Berechnung, daß auch hier einige Vereinfachungen eingeführt werden können, die die Genauigkeit der Rechnung keineswegs unzulässig herabsetzen. Es konnte (in der Parallelschaltung!) der induktive Widerstand $m\, L_2$ gegen R_2 vernachlässigt werden, ebenso der Serienverlustwiderstand gegen den kapazitiven Widerstand der Parallelkapazität. Es ergibt sich dann für den resultierenden Phasenwinkel der Parallelschaltung

$$\operatorname{tg}\gamma' = \frac{m\, L_2}{R_2} - m\, C_2' R_2. \tag{5}$$

Wird Gl. (5) in (4) eingesetzt, ergibt sich

$$\operatorname{tg}\delta = m\, R_2 (C_2 + C_2') + \operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}\varepsilon - \operatorname{tg}\gamma. \tag{6}$$

Es ist $(1 - 1/\ddot{u}) = 1$ gesetzt.

In dieser Form ist der Ausdruck verhältnismäßig einfach rechnerisch auszuwerten. Um die zahlenmäßige Behandlung zu erleichtern, wurden für die Auswertung der Formel (6) bei umfangreichen Versuchen Nomogramme aufgestellt, aus denen für verschiedene Werte von C_2' und R_2 (C_2 und L_2 konst.) der Fehlwinkel des Objektes leicht entnommen werden konnte.

Für die Empfindlichkeit der beschriebenen Brückenanordnungen gelten ähnliche Überlegungen wie für die normale Schering-Brücke. Mit Rücksicht auf die Vielzahl der in Frage kommenden Fehlwinkel innerhalb der Brückenanordnung bleibt jedoch die Meßgenauigkeit hinter derjenigen der Schering-Brücke zurück. Während man bei letzterer mit einer Genauigkeit des $\operatorname{tg}\delta$ von ± 0,05 ‰ rechnen kann, ergeben sich bei Zwischenschaltung eines Wandlers Werte, die um ± 0,2 ‰ vom Sollwert abweichen können. Bei Dauermessungen an Kabeln wurden mit der beschriebenen Anordnung gute Erfahrungen gemacht, zumal wenn der Fehlwinkel bei konstanter Spannung abhängig von der Belastung zu ermitteln war. Zur Bestimmung von $\operatorname{tg}\delta = f(U)$ muß die Abhängigkeit des Fehlwinkels und des Übersetzungsverhältnisses des Spannungswandlers von der Spannung bekannt sein. Diese Kurven lassen sich leicht mit Hilfe eines Normal-Hochspannungskondensators und der gleichen Schaltung ermitteln.

[1] Als Vergleichskondensator diente ein solcher aus Minosglas, die angelegte Spannung betrug rd. 100 V.

Dieselelektrische Triebwagen in Kanada.

Die Kanadische Nordbahn hat im September 1925 den ersten dieselelektrischen Triebwagen in Verkehr gesetzt; seitdem ist die Zahl derartiger Fahrzeuge auf 14 angewachsen[1]. Sie haben zum Teil Motoren von 340 PS, zum Teil von 180 PS. Die größeren Einheiten haben 126, die kleineren 57 Sitzplätze. Ihre Tagesleistung beträgt 280 bis 560 km. Die Betriebskosten wurden zu 14,4 ... 21 Cents für ein Wagenkilometer angegeben. Auf den Nebenstrecken, wo diese Wagen als Ersatz von Zügen mit Dampflokomotiven eingesetzt sind, soll die Betriebszahl von 110 % auf 75 % heruntergegangen sein. Besonders bemerkenswert ist die Widerstandsfähigkeit der dieselelektrischen Fahrzeuge gegen die Beanspruchungen im Betriebe. Ein solcher Wagen war, als er zur allgemeinen Überholung der Werkstatt zugeführt wurde, 14 Monate im regelmäßigen Betriebe gewesen und hatte dabei 272 000 km geleistet.

[1] Ztg. Ver. dtsch. Eisenb.-Verw. Bd. 72, S. 169.

Über die Leistung von Endröhren in Verstärkern und deren praktische Bedeutung.

Von Prof. Dr. G. Leithäuser, Berlin.

Übersicht. Die Leistungsbezeichnungen bei Verstärkern sind z. Z. noch nicht einheitlich. Die Angabe der Anodenverlustleistung bezieht sich lediglich auf die Rohrtype. Die Benennung nach der maximalen Wechselstromleistung war bisher die zweckmäßigste, da sie den Bedürfnissen der Praxis entsprach und genau definierbar ist. Es wird der Vorschlag gemacht, die Verstärker nach ihrer unverzerrten Leistung zu bezeichnen. Die unverzerrte Leistung ist dann erreicht, wenn die Verstärkung um etwa 3 % abgefallen ist.

Bei dem verhältnismäßig raschen Einsatz von Musikübertragungs- und Tonfilmanlagen in den letzten Jahren war es begreiflich, daß der Begriff der elektrischen Leistung, durch welche der Verstärkerteil solcher Apparaturen gekennzeichnet ist, nicht unter einheitlichen Gesichtspunkten bestimmt wurde. Verfolgt man die Angaben verschiedener Firmen über die Leistungen ihrer Apparate, so zeigt sich nicht nur in Deutschland sondern auch in Frankreich und anderen Ländern, daß einzelne Firmen lediglich die Anodenverlustleistung, andere die maximale Wechselstromleistung, noch andere scheinbar die unverzerrte Leistung ihrer Fabrikate angeben. Da die Endleistungsröhren der Verstärker auch bei nicht zugeführter Wechselspannung zum Gitter durch den fließenden Anodenstrom an der Anode Wärmeentwicklung zeigen, die sehr abhängig ist von der jeweiligen Type, findet man zunächst die hierdurch bedingte Leistungsbezeichnung als älteste auf. War hiernach doch die Größe des Maschinen- oder Gleichrichtersatzes für den Anodenstrom bemeßbar. Später findet man Angaben über die maximale Leistung des Verstärkers, die wohl am besten für solche Zwecke verwendbar war. Sie wird in der Technik, wie weiter unten ausgeführt wird, in geraden Zahlen angegeben, da geringe Abstufungen wegen der physiologischen Beschaffenheit des Ohres keinen Sinn haben. Erst in allerneuester Zeit wurde der Begriff der unverzerrten Leistung diskutiert. Die Verwendung zu kommerziellen Zwecken setzt voraus, daß deren Definition und Meßmethode einheitlich festliegen, was bisher nicht der Fall ist.

Es sollen nun im folgenden die Begriffe: Anodenverlustleistung, maximale Wechselstromleistung und unverzerrte Wechselstromleistung hinsichtlich ihrer praktischen Bedeutung eingehender betrachtet werden.

Die Vorgänge in der arbeitenden Röhre kann man bekanntlich nach Barkhausen so auffassen, daß in derselben gleichzeitig ein Gleichstrom- und ein Wechselstromanteil fließen. Danach ist der Anodenstrom die Summe des Ruhestromes und des Wechselstromanteils. Infolge dieser Trennung kann man den Gleichstrom-Spannungsabfall im Anodenkreise verschwindend klein halten, wenn dessen ohmscher Widerstand klein bleibt. Für den Wechselstrom hingegen lassen sich erhebliche Widerstände im Anodenkreis verwenden. Die von der Gleichstromquelle abgegebene Leistung wird, wenn die Gitterspannung nicht schwankt, nur dazu dienen, auf der Anode Wärme zu entwickeln, indem die durch die Anodenspannung beschleunigten Elektronen auf diese aufprallen. Bei schwankender Gitterspannung vermindert sich die in Wärme umgewandelte Verlustleistung durch die gewonnene Wechselstromleistung. Nach dem Energieprinzip muß immer die von der Batterie abgegebene Leistung gleich der Summe der Anodenverlustleistung und der gewonnenen Wechselstromleistung sein. Das Bestreben geht also dahin, bei einer gegebenen Anodenverlustleistung eine möglichst große Wechselstromleistung zu erreichen.

Über ein gutes Verhältnis von Wechselstromleistung zur Anodenruhebelastung sind mehrfach Untersuchungen angestellt. Eine strenge Ableitung hierfür findet sich in einer Arbeit von Bartels[1]. Er findet bei Einschaltung eines idealen Übertragers, also eines Gebildes, dessen Gleichstromwiderstand der Primärseite Null ist und dessen Wirkwiderstand auf der Sekundärseite durch Koppelung in den Primärkreis verlegt erscheint, für die Anodenbelastung folgenden Ausdruck:

$$A = U I_r \left(1 - \frac{x^2}{2} \frac{\mathfrak{E}_a}{U}\right),$$

[1] H. Bartels, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 6, S. 9 (1929).

wo U die Batteriespannung, $\mathfrak{E}_a$ den Höchstwert der Anodenwechselspannung, I_r den Ruhestrom und x das Verhältnis der jeweiligen Gitterwechselspannung zu deren Höchstwert bedeutet; $x = 1$ bedeutet also volle Aussteuerung. Mit wachsender Batteriespannung findet er ein günstigeres Leistungsverhältnis gemäß Formel

$$\frac{A}{A_0} = 1 - x^2 \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{4}\left(\frac{U_0}{U}\right)^2\right].$$

Hierin bezieht sich der Index Null auf den Fall der Anpassung $R_a = 2 R_i$. Bei Entnahme der höchst möglichen Wechselspannung aus der Röhre und sehr hoher Batteriespannung wird $A/A_0 = 0{,}5$.

Da die Anodenverlustleistung vom Anodenblech der Röhre auszuhalten ist, ohne eine Verschlechterung derselben zu bedingen, so ist sie für jede besondere Rohrtype charakteristisch.

Noch wichtiger als die Anodenverlustleistung erscheint für praktische Bedürfnisse die maximale Wechselstromleistung, die eine Röhre abgeben kann. Sie ist hinreichend bestimmt durch die Anzahl Watt abgebbarer Wechselstromleistung bei Belastung mit einem ohmschen Widerstand für den Fall, daß die Röhrenkennlinie völlig durchgesteuert wird. Es wird hierbei also keinerlei Rücksicht auf eine Krümmung der Kennlinie genommen. Die Durchsteuerung erfolgt durch eine Gitterspannung, die, im negativen Gebiet liegend, bei einem Wert beginnt, bei dem der Anodenstrom Null wird, und bei dem Werte Null der Gitterspannung endigt. Die abgebbare Leistung der Röhre wird dann $N = \frac{\mathfrak{E}_{st} \mathfrak{J}_{st}}{8}$, wenn $\mathfrak{E}_{st}$ die gesamte durchgesteuerte Spannung und $\mathfrak{J}_{st}$ der gesamte durchgesteuerte Strom ist, da die Amplituden $\mathfrak{E}_{st}/2$ und $\mathfrak{J}_{st}/2$ werden und durch das Produkt der Effektivwerte der weitere Faktor 2 im Nenner auftritt. Da bei dieser Leistungsfestsetzung keine Rücksicht auf die Krümmung der Kennlinie genommen wurde, so sind gewisse, wenn auch nicht allzu große nichtlineare Verzerrungen in der Ausgangsleistung zu erwarten.

Eine Anzahl wichtiger Arbeiten über die Erzielung maximaler Wechselstromleistungen ist in den letzten Jahren erschienen. Eine genauere Rechnung über diese Verhältnisse findet man bei Radt[2]. Von den allgemeinen Röhrengleichungen ausgehend, findet er für die Wechselstromleistung N den Wert

$$N = \frac{1}{8}\left(S\,\mathfrak{E}_g - \frac{1}{R_i}\,U\right)^2 \frac{R_a}{\left(1 + \frac{R_a}{R_i}\right)^2},$$

wo S die Röhrensteilheit, $\mathfrak{E}_g$ eine gegebene Gitterspannung, R_a und R_i äußeren und inneren Röhrenwiderstand und U die Batteriespannung bedeuten. Der Ausdruck liefert ein Maximum der Leistung für $R_a = R_i$, wenn dieselbe als Funktion von R_a untersucht wird. Sie wird unabhängig von $\mathfrak{E}_g$; daher findet man für $\mathfrak{E}_g = 0$:

$$N = \frac{U^2}{32 R_i}.$$

Dieser Ausdruck gilt für Belastung mit ohmschem Widerstand. Für praktische Fälle ist hier wieder die Belastung mit idealem Übertrager zu untersuchen, u. zw. ohne Rücksicht auf die zur Verfügung stehende Gitterwechselspannung, da angenommen werden kann, daß durch die Vorröhren des Verstärkers diese in ausreichendem Maße für das Endrohr zur Verfügung steht. Das Ersatzschaltbild für den idealen Übertrager ist eine Drossel, deren ohmscher Widerstand Null ist, welcher aber ein Widerstand R_a parallel geschaltet ist. Der Wechselstrom soll nur durch R_a fließen, es muß daher der Widerstand der Drossel für Wechselstrom unendlich groß gegen R_a sein. Durch R_a fließt kein Ruhestrom; der Amplitudenwert des Wechselstromes in R_a ist $\mathfrak{J}_a/2$ und $-\mathfrak{J}_a/2$, damit die Spannungsbilanz im Anodenkreis

$$U + \mathfrak{E}_a + \frac{1}{2}\,\mathfrak{J}_a R_a = 0.$$

[2] Radt, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 3, S. 22 (1926).

beklebte Gummiplatte als Elektrode, so erhält man recht exakte Meßwerte.

Viel vorteilhafter ist es jedoch, eine Anordnung mit kleiner Flächenkapazität, d. h. mit großem Luftspalt zu

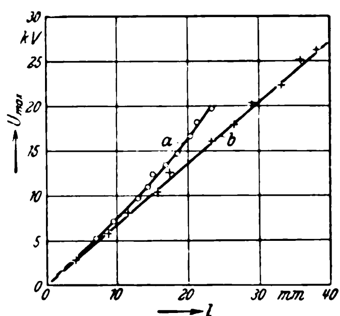
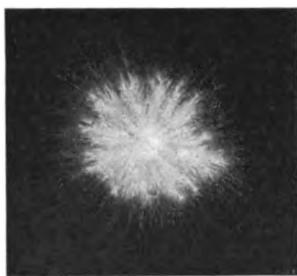
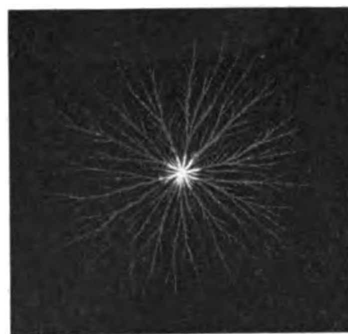


Abb. 3. Beziehung zwischen Spannung und Strahlenlänge ohne (a) und mit Luftspalt (b) (positive Figuren).


Abb. 4. Positive Figur bei großer Flächenkapazität (1:2 verkleinert).

verwenden. Dabei werden die positiven Figuren erheblich größer und klarer, die negativen, z. B. Rückschlagfiguren, aber kleiner und weniger scharf. Die Auswertung der positiven Figuren gestaltet sich unter diesen Umständen einfach und zuverlässig. Abb. 3 stellt für einen Klydonographen mit 6 mm Luftspalt die Beziehung zwischen Strahlenlänge und Scheitelspannung dar. Die Meßpunkte liegen auf einer Geraden, während die gekrümmte Kurve die gleiche Beziehung für einen Apparat ohne Luftspalt wiedergibt. Die Meßgenauigkeit wird bedeutend verbessert; Abweichungen vom Mittelwert liegen innerhalb der Grenzen ±5%, außerdem wird der Meßbereich erheblich erweitert. Stoßspannungen von 60 kV Scheitelwert gaben noch einwandfrei meßbare Figuren. Die positiven Klydonogramme, Abb. 4 aufgenommen bei großer, Abb. 5 bei kleiner Flächenkapazität, beide bei 28 kV, zeigen den großen Unterschied in der Ausbildung der Figuren.

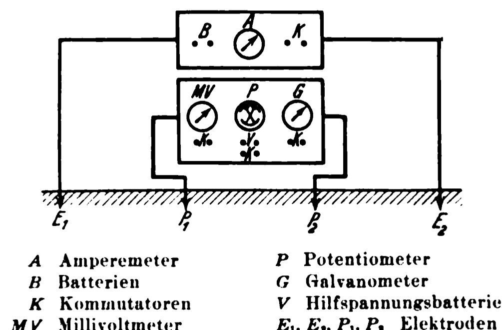

Abb. 5. Positive Figur bei kleiner Flächenkapazität (1:2 verkleinert).

Die geringe Flächenkapazität der Anordnung wird weiter bei Messungen mit kapazitiven Spannungsteilern auf die Meßgenauigkeit von entscheidendem Einfluß sein. Hierüber soll später eingehend berichtet werden.

Ein geoelektrisches Schürfverfahren.

Aufschluß über alle Lagerungsverhältnisse, wo Schichtgrenzen im Erdgebirge, an denen ein Wechsel des Materials eintritt, meist mit einem Wechsel irgendwelcher physikalischer Eigenschaften des Untergrundes und somit mit einem Wechsel der elektrischen Leitfähigkeit des Untergrundes zusammenfallen, gibt ein Verfahren[1], das nachstehend beschrieben werden soll und das ganz besonders auf die Lagerungsverhältnisse der Braunkohle zutrifft. Führt man dem zu untersuchenden Grunde durch zwei in ihn eingetriebene metallische Elektroden von Tage aus Strom zu, so geschieht die Stromausbreitung von dem einen zu dem anderen Pol nicht auf geradem Wege, sondern auf gekrümmten Bahnen, also nicht nur erdoberflächlich, sondern auch mit einem bestimmten Anteil im Untergrund. Die tiefsten Bahnen des Stromverlaufs sind annähernd dargestellt durch die Mantelflächen eines Rotationsellipsoides mit dem Achsenverhältnis 2:3, wo die größere Achse den Abstand der Elektroden über Tage, die kleinere Achse die maximale Eintauchtiefe des Stromes angibt. Es entspricht damit jeder Stellung der Elektroden ein wohldefinierter vom Strom durchflossener Untergrund-Halbraum von der idealisierten Gestalt eines längs seiner großen Achse halbierten Rotationsellipsoides, dessen Widerstandswerte, also bis zu einem Drittel des Abstandes der Elektroden, integrierend den Stromverlauf bestimmen und in ihm zum Ausdruck kommen. Durch Änderung des Elektrodenabstandes kann also die größte Eintauchtiefe des Stromes und damit auch der Querschnitt des stromdurchflossenen Untergrundes verändert werden. Wenn man für jede Stellung der Elektroden, die einer bestimmten Eintauchtiefe in den Untergrund entspricht, die jeweiligen Widerstandswerte mißt, so ergibt sich ein Diagramm für den Verlauf des Widerstandes des Untergrundes bis zur jeweiligen Teufe des vom Strom erfaßten Untergrundes, in dem die Schichtung des Untergrundes zum Ausdruck kommt. Im gleichartigen, ungeschichteten Untergrund wird der Verlauf des Widerstandes linear und von der Tiefe abhängig sein, im waagerecht geschichteten Untergrund wird der Wechsel von Schichten verschiedener Leitfähigkeit im kritischen Tiefenwert in einer Änderung der Steigung der Kurve an dieser Stelle zum Ausdruck kommen.

Die gesamte Einrichtung besteht in ihrem Teilaufbau aus 2 Hauptstromkreisen, dem äußeren Bodenstromkreis und dem inneren Kreis zur Messung des Potentialgefälles längs einer bestimmten Strecke. Der Bodenstromkreis dient der Ausschickung des Stromes in den Untergrund und der Messung seiner Stärke. Er besteht aus Gleichstromquelle, Kommutatoren, Amperemeter und 2 Elektroden. Der innere Kreis zur Messung des Potentialgefälles zwischen den beiden inneren Elektroden enthält die Elektroden selbst, eine Hilfspannung, ein Galvanometer, ein Potentiometer, ein Millivoltmeter und eine Anzahl Kommutatoren. Ihre Ausbildung ist in 2 Arten erfolgt, u. zw. einmal als Umschaltung von Hand, um jede beliebige Umschaltungsperiode zu ermöglichen und die Messung der Materialeigenschaften des Untergrundes auch im einzelnen Stromsinn zu gestatten, sodann als rotierende Kommutatoren mit regelbarer und jeweils konstanter Umschaltungsperiode von $^1/_{16} \dots ^1/_{33}$ s. Abb. 1 veranschaulicht den Gesamtaufbau der Meßanordnung.



A	Amperemeter	P	Potentiometer
B	Batterien	G	Galvanometer
K	Kommutatoren	V	Hilfspannungsbatterie
MV	Millivoltmeter	E_1, E_2, P_1, P_2	Elektroden

Abb. 1. Meßanordnung.

Ein Beispiel aus der Praxis möge den ganzen Sachverhalt noch erläutern: Untersuchungsobjekt war ein Braunkohlenfeld, dessen Decke, bestehend aus Kiesen, Schottern und Sanden, eine Mächtigkeit von 10 m und dessen Flöz eine solche von 30 m besaßen. Das Liegende bestand aus Sanden. Ein über diesem Feld aufgenommenes Diagramm ergab folgenden Verlauf des Widerstandes mit der Tiefe: Von kleinen Widerstandswerten der feuchten, bodennahen Schichten ein allmähliches Ansteigen, das einer wachsenden Austrocknung der Decke mit der Tiefe entspricht, um bei einem Elektrodenabstand von 30 m, d. h. einer Eintauchtiefe von 10 m, in ein Fallen des Widerstandes übergeführt zu werden, das durch den Eintritt des Stromes in das besser leitende Flöz verursacht wird, sodann ein allmähliches Umkehren des Verlaufs im Sinne des Wiederanstieges bei 120 m Elektrodenabstand, d. h. bei 40 m Tiefe wird der Wiederaustritt des Stromes aus dem Flöz in den schlechter leitenden, liegenden Sand verraten. *Sgm.*

[1] Stern, Braunkohle Bd. 31, S. 149 (1932).

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Messungen des Winddruckes an Freileitungen. — Im März 1927 tagte eine Versammlung der Mitglieder der N.E.L.A., wobei eine Kommission zur Untersuchung der auf Freileitungen wirkenden Kräfte gebildet wurde. Der durch den Professor der Universität Michigan R. H. Sherlock veröffentlichte Bericht über die erzielten Ergebnisse bezüglich Windbeeinflussung sei hier kurz im Auszug wiedergegeben und einiges aus den deutschen Erfahrungen hinzugefügt.

Zur Lösung der Aufgabe wurde in der Nähe von Ann Arbor Michigan eine Versuchsfreileitung in einer solchen Richtung aufgebaut, daß die zu erwartenden Stürme annähernd senkrecht dazu verliefen. Die Freileitung bestand aus 12 Spannweiten an 12 m langen Holzmasten (Rotzeder) und 12 Seilen, später 8 und endlich 2 Seilen von 11,68 mm Dmr. Als Ersatz des Eiszylinders war ein Aluminiumfarbanstrich von 12,5 mm radialer Dicke aufgebracht, so daß jeder Leiter etwa 37 mm Dicke hatte. Der Winddruck gegen die Leitungen sollte aus der Durchbiegung der 5 mittleren Masten bestimmt werden, die zu diesem Zweck vorher künstlich belastet wurden, wobei von Fall zu Fall die jeweilige Durchbiegung gemessen wurde. Außer diesen Masten war noch eine Anzahl Hilfsmaste aufgestellt und ein 75 m langer Mast, der ein Schalen- und 5 Plattenanemometer trug. Außerdem waren in Abständen von je 72 m 7 Plattenanemometer zur Messung der Windgeschwindigkeit nahe dem Erdboden aufgestellt. Zur Aufzeichnung der Durchbiegung der Maste und der gleichzeitig vorhandenen Windgeschwindigkeit waren durch Synchronmotoren angetriebene Registrierinstrumente vorhanden, die eine Schreibgeschwindigkeit von 75 mm/min besaßen. Die Aufzeichnungen erfolgten in Abständen von 2 s. Alle Schreibapparate für die Durchbiegung der Maste und für das Schalenanemometer waren gemeinschaftlich in einem Beobachtungshause untergebracht, dagegen geschahen die Aufzeichnungen der Plattenanemometer in besonderen Häusern in der Nähe der Aufstellungspunkte der Instrumente. Schließlich waren noch Instrumente zur Feststellung des Zuges in den Leitungen vorhanden, deren Angaben jedoch angeblich wegen Raummangels ebenso wie die zahlreichen Angaben der Anemometer im Berichte weggelassen sind.

Im Laufe der letzten 3 Jahre wurden nun über 50 000 Aufschreibungen gemacht, von denen zur Bearbeitung für den Bericht 1561 Daten herausgegriffen wurden. Aus diesen Werten wurden die Maxima und Minima herausgesucht und daraus Durchschnittswerte geschaffen, die sich zu einer möglichst stetig verlaufenden Schaulinie zusammenfügten. Zum Vergleich wurden Werte herangezogen, die in der Versuchsanstalt der Universität Michigan im künstlichen Windstrom an Seilen mit einem Eiszylinder von ½″ Dicke gewonnen worden waren. Sherlock berichtet, daß die an der Versuchs-Freileitung gesammelten Werte mit den im künstlich erzeugten Windstrom im Versuchstunnel gewonnenen, nicht recht übereinstimmen wollen und natürlich auch nicht mit den aus der im Bericht angegebenen bekannten Winddruckformel $P = K V^2$ (P Druck in Pfund/Quadratfuß, V Windgeschwindigkeit in Meilen/Stunde, K Konstante) hergeleiteten Werten. Er weist richtig darauf hin, daß der Faktor K nicht konstant, sondern von der Reynoldsschen Zahl[1] abhängig ist. Er gibt deshalb noch eine allgemeinere Formel an, nämlich:

$$P = p\, K\, V^2 \frac{V L}{v}$$

in der p die Dichtigkeit der Luft, L ein von der geometrischen Ähnlichkeit abhängiger Faktor ist und v die kinematische Zähigkeit der Luft bedeutet. Der Faktor $\frac{V L}{v}$ ist die Reynoldssche Zahl (R. Z.).

Die Formel ist jedoch in der obigen Fassung unrichtig, denn der Wert p ist nicht eine lineare Funktion der R. Z. selbst, sondern eines Faktors C_w, dessen Abhängigkeit von der R. Z. bisher nur durch Versuche festgestellt werden konnte. In den vorliegenden Fällen, d. h. bei Windgeschwindigkeiten von 40 ... 60 Meilen/Stunde gleich 18 ... 27 m/s, bewegt sich, wie im Bericht richtig angegeben ist, die R. Z. zwischen 46 000 und 69 000. Bei diesen R. Z. ist für zylindrische Körper (Drähte) die Wind-Widerstandszahl fast konstant, nämlich rd. 1,2 nach den Versuchen der aerodynamischen Versuchsanstalt in Göttingen. Die richtige Formel lautet:

$$P = C_w \frac{\gamma}{g} \frac{V^2}{2};$$

setzt man

$$\frac{\gamma}{g \cdot 2} = \frac{1}{16}, \qquad C_w = 1{,}2,$$

so ergibt sich für die obengenannten Geschwindigkeiten, aber nur für zylindrische Körper, die einfache Formel

$$P \approx 0{,}075\, V^2 \quad [P \text{ in km m}^2,\ V \text{ in m/s}]$$

oder in amerikanischen Maßen:

$$P \approx 0{,}003\, V^2 \quad [P \text{ in Pfund/Quadratfuß},\ V \text{ in Meilen/Stunde}]$$

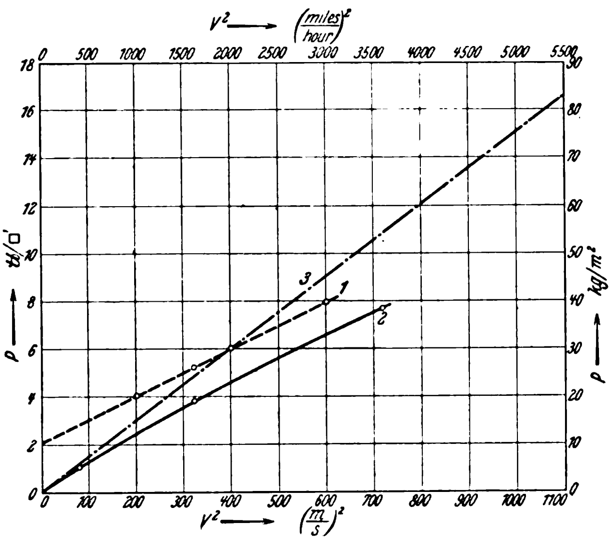


Abb. 1. Abhängigkeit des Winddrucks auf zylindrische Körper vom Quadrat der Windgeschwindigkeit.

Zum besseren Verständnis sind in Abb. 1 Schaulinien wiedergegeben, wobei der Bequemlichkeit wegen die Verhältnisse der englischen zu den deutschen Maßen aufgerundet sind, nämlich 1 Pfund/Quadratfuß $\approx$ 5 kg/m² und 5 (Meilen/Stunde)² $\approx$ 1 (m/s)². In der Schaulinie *1* sind die Mittelwerte der Winddrücke wiedergegeben, die an der Freileitung in Ann Arbor während des Sturmes am 6. III. 1929 festgestellt wurden; Schaulinie *2* enthält die Mittelwerte der Winddrücke auf die beeisten Leitungen im künstlichen Windstrom des Windtunnels der Universität Michigan, in Schaulinie *3* die Werte, die sich aus der Widerstandszahl in Abhängigkeit von der R. Z. ergeben, wie sie in der Göttinger Versuchsanstalt festgestellt und von Prandtl veröffentlicht ist; alle 3 Druckangaben sind als Funktion der Geschwindigkeitsquadrate wiedergegeben.

Wie ersichtlich, schneidet Schaulinie *1* die Ordinatenachse im Winddruck P = 10 kg/m², was Sherlock darauf zurückführt, daß die Maste im Sturm stark geschwankt haben, u. zw. einseitig in der Windrichtung, so daß sich der Nullpunkt um obige Werte verschoben hat. Er schlägt vor, diesen „Error" dadurch zu beseitigen, daß die Schaulinie parallel zu sich selbst soweit verschoben wird, daß sie mit der Schaulinie *2* zur Deckung kommt, wodurch alle an der Freileitung gewonnenen Winddruckwerte um 10 kg/m² erniedrigt würden. Der Referent hält dies Verfahren auf Grund der ihm vorliegenden Göttinger Werte des Windwiderstandes bei den in Frage kommenden R.Z. für bedenklich, zumal in dem amerikanischen Bericht besonders darauf hingewiesen ist, daß unter 455 von 1561 Fällen im Mittel etwa 26 kg/m² bei einer Windgeschwindigkeit von 18 m/s sich ergeben haben.

Daß der Wert des Winddrucks Null sein muß, wenn die Windgeschwindigkeit den Wert Null hat, ist selbstverständlich. Es liegen also schon zwei Punkte der Schau-

[1] Siehe „Hütte" 26. Aufl., Bd. 1, S. 337.

Anfahren eine verhältnismäßig hohe und gleichmäßige Zugkraft ohne allzu hohe Stromspitzen erreicht wird.

In Verbindung mit der Elektrisierung wurde auch die Signalanlage der Strecke London—Brighton modernisiert[1].

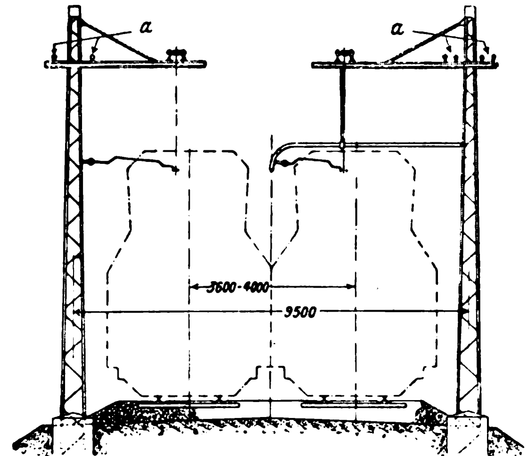
Die übrigen Hauptbahnen Englands haben gleichfalls Teilprojekte für die Elektrisierung, namentlich der Vorortstrecken, ausgearbeitet, warten aber das Ergebnis der schwebenden Verhandlungen über die Neuregelung der Londoner Verkehrsverhältnisse ab. Die London Midland & Scottish Railway, deren zuletzt elektrisierte Strecke Manchester—Altrincham sich seit Jahresfrist in Betrieb befindet[2], ersetzt z. Zt. auf der Strecke Manchester—Bury, anläßlich des Überganges zum Strombezug aus dem 50 Hz-Netz, die aus der Vorkriegszeit stammenden 25 Hz-Umformer durch Gleichrichter, u. zw. kommen in 2 Unterwerken je 3 Gruppen zu 6 Glasgleichrichtern zur Aufstellung. Jede Gruppe ist für eine Dauerleistung von 1000 A 1200 V bemessen; spätere Erhöhung der Spannung auf den normalisierten Wert von 1500 V[3] ist vorgesehen. Die garantierte Überlastbarkeit beträgt 25 % für 2 h, 100 % für 10 min und 200 % stoßweise.

Gleichzeitig werden die Unterwerke der der gleichen Bahn gehörigen Strecke Liverpool—Southport durch Aufstellung von 2 Glasgleichrichtergruppen zu je 8 Kolben, jede Gruppe bemessen für 2000 A 600 V, bei späterer Erhöhung auf 750 V, erweitert, um der gesteigerten Verkehrsdichte Rechnung zu tragen. Dies ist wohl das erstemal, daß Glasgleichrichter in größerem Umfange für die Versorgung von Vollbahnstrecken herangezogen werden. Zweifellos lassen sich zugunsten der Glasgleichrichter eine Reihe von Vorteilen anführen, wie ihr billiger Preis und hoher Wirkungsgrad, Fortfall der Vakuum- und Kühlwasserpumpen sowie sonstiger Hilfseinrichtungen, die sofortige Betriebsbereitschaft, höhere Betriebsicherheit infolge Leistungsteilung, geringere Wartung und Ausschaltung der Rückzündungsgefahr. Der Haupteinwand gegen ihre Verwendung, die Zerbrechlichkeit des Glases bzw. geringe Lebensdauer der Glaskörper, ist durch die namentlich in England gemachten günstigen Erfahrungen hinfällig geworden.

Im Londoner Untergrundbahnnetz befinden sich einige Erweiterungstrecken im Ausbau, deren Ausrüstung im Wesen der bisherigen Praxis folgen wird. Die Stromversorgung wird hier auf Eisengleichrichter gestellt. *v. Str.*

Elektrisierung der Strecke Bozen—Trient und Bozen—Meran. — Der italienische Ministerrat hat in einer seiner letzten Sitzungen beschlossen, im Anschluß an die vor einigen Jahren schon elektrisierte Strecke Brenner—Bozen auch die Verlängerung Bozen—Trient (60 km) zu elektrisieren; ebenso wird die Strecke Bozen—Meran (30 km) elektrisiert. Zur Verwendung kommt das Drehstromsystem der italienischen Staatsbahnen (4000 V, 16 Hz). Einer der Gründe für diese Arbeit ist in den vorhandenen Stromlieferungsverträgen zwischen der italienischen Staatsbahn und den Kraftwerken (Mezzolombardo, Kardaun und Pfitsch) zu finden, welche eine derart hohe Minimalgarantie vorsehen, daß die Stromkosten für diese beiden neu zu elektrisierenden Strecken überhaupt fast verschwinden. Dies beweist wiederum, daß der Bahnbetrieb, insbesondere im Gebirge, wohl sehr hohe Anfahrspitzen, aber geringen Energieverbrauch hat. Bei der Brennerlinie wird dies noch weiter dadurch verschärft, daß außer dem Personenverkehr, welcher nach beiden Richtungen so ziemlich gleiche Belastungen gibt, talwärts die schweren Kohlen- und anderen Güterzüge aus Deutschland und bergwärts die leichten Gemüse-, Obst- und Leerzüge aus Italien verkehren, so daß vielfach der beim Drehstromsystem vorhandene Rückgewinn zu negativen Belastungen führt. Weiterhin wird das vorhandene Lokomotivmaterial, welches für den jetzigen Verkehr überreichlich ist, besser ausgenutzt. Der elektrische Betrieb soll im Jahre 1934 aufgenommen werden. *Bf.*

Der elektrische Betrieb der Niederländischen Staatsbahnen. — Mehrere Berichte über die Elektrisierung der Niederländischen Staatsbahnen sind an dieser Stelle bereits erschienen[4]. Sie haben sich vorwiegend mit den Stromlieferungsverträgen und allgemein-wirtschaftlichen Erörterungen befaßt, so daß hier über die technischen Einzelheiten einiges folgen soll. — Den Betriebstrom liefern die Städt. Elektrizitätswerke Rotterdam (Drehstrom 6 kV), die der Stadt Haag (Drehstrom 10 kV) und die Werke Ymuiden und Haarlem der Nordholländischen Elektrizitäts AG. (Drehstrom 10 kV). Längs den Bahnstrecken sind ferngesteuerte Gleichrichter-Unterwerke in 11 ... 16 km Abstand verteilt, die den Drehstrom in Gleichstrom von 1500 V umwandeln. Die Aufsicht über diese Unterwerke liegt in Händen der Bahnhofsvorstände der jeweils nächstgelegenen Haltestellen. Bei ernstlicheren Störungen werden technische Hilfskräfte aus dem großen Hauptausbesserungswerk Leidschendam bei Haag und aus Haarlem herbeigerufen. Unter sich sind die Unterwerke gleichstromseitig durch Ausgleichsleitungen mit 4 Schnellschaltern verbunden. Die Fahrleitungsmasten sind entweder Gittermasten für eine einzige Fahrdrahtkette, oder Stabpolygon-Portale sehr durchsichtiger Bauart für zwei oder



a 1500 V-Verstärkerleitungen.

Abb. 4.

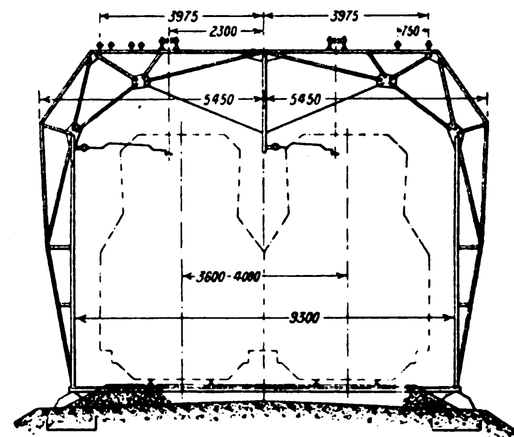


Abb. 5.

Abb. 4 u. 5. Fahrleitungs-Tragwerke.

mehr Gleise. Die Querträger stützen oben einen Wittfeld-Doppelisolator, an den in bekannter Weise die Fahrdrahtkette aufgehängt ist. Der Bronzetragdraht von 70 mm^2 Querschnitt trägt stets 2 Kupferfahrdrähte von je 100 mm^2, die durch Klammerstücke in festem Abstand von 100 mm gehalten werden (Abb. 4 u. 5). Der größte Mastabstand ist 51,2 m. Streckentrenner sind an den Ausfahrenden der Haltestellen angebracht, gegebenenfalls noch in der Mitte zwischen den Haltestellen, aber mindestens alle 3 km. Von den erwähnten Dienststellen in Leidschendam und Haarlem ist der jeweilige Stand der Fahrleitungsschaltung durch Fernmelder erkennbar. Verstärkungsleitungen für 1500 V liegen auf den Querträgern der Fahrleitungsmasten. Die Züge setzen sich aus 6 oder 7 Wagen zusammen, von denen 3 Motorwagen sind. Beim Siebenwagenzug wird ein Motorwagen in Zugmitte gesetzt. Die vierachsigen Motorwagen haben 4 Motoren zu je 190 PS/h, vollselbsttätige Steuerung mit Beschleunigungsrelais und elektro-pneumatischen Schützen sowie elektrische Heizung durch 450 W-Heizkörper für 1500 V. Die größte erlaubte Fahrgeschwindig-

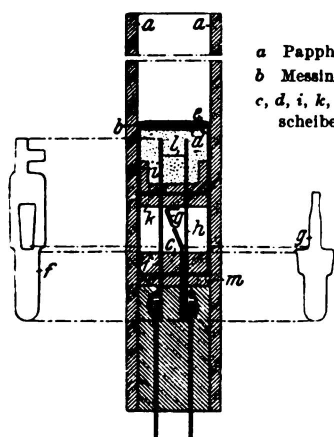
---

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1283.
[2] ETZ 1931, S. 447, 1067.
[3] ETZ 1929, S. 62.
[4] ETZ 1929, S. 761 u. 851; 1930, S. 1561 mit Streckenkarte.

keit ist 100 km/h. Der Tagesumlauf eines Zuges beträgt 400 km im Lokalverkehr und 800 ... 1000 km im Schnellzugdienst. Die Zugeinrichtungen werden regelmäßig alle 5 bis 6 Tage im Ausbesserungswerk Leidschendam geprüft. Nach 75 000 km wird der mechanische Teil untersucht, und nach 150 000 km werden die Motoren, nach 300 000 km die übrige elektrische Ausrüstung der Fahrzeuge überholt. (Rev. gén. Chem. de Fer Bd. 50, S. 359.) *Mal.*

Bergbau und Hütte.

Verhütet der Kurzschlußzünder Schußversager? — Wenn im Sprengbetrieb zwei Schüsse hintereinander geschaltet werden, kommt es mitunter vor, daß beim 2. Schuß Versager auftreten. Um dies zu verhindern, hat man den Zünder mit einer Kurzschlußvorrichtung versehen, welche beim Durchbrennen des Glühdrahtes in Tätigkeit treten und den Stromkreis aufrecht erhalten soll. Abb. 6 stellt einen derartigen Zünder dar. Man erkennt die beiden Lamellen *f* und *h*, zwischen denen im losen Zündsatz der Glühdraht *l* gespannt ist. An die Lamelle *h* ist noch eine 2. Lamelle *g* angelötet, die im Augenblick der Zündung infolge des dabei auftretenden Druckes nach unten gebogen werden soll, so daß ein Kurzschluß zwischen den Lamellen *f* und *h* stattfindet (Abb. 7). Dieser Kurzschluß wird ermöglicht durch die Form der Lamelle *f*, die, wie aus Abb. 6 ersichtlich, eine Öffnung besitzt, in welche sich die Zunge der Lamelle *g* beim Kurzschluß einlegt.



a Papphülse
b Messinghülse
c, d, i, k, m Pappscheiben
e Vergußmasse
f, g, h Messinglamellen
l Glühdraht.

Abb. 6. Schnitt durch einen Kurzschlußzünder.

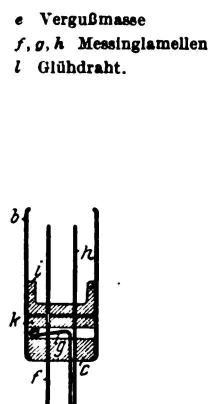


Abb. 7. Lage der inneren Zünderteile nach dem Losgehen des Zünders.

Im Laboratorium der Schlagwetterversuchstelle in Derne hat man diesen Kurzschlußzünder einer eingehenden Prüfung unterworfen; man wollte folgendes feststelen:

1. Tritt überhaupt und gegebenenfalls unter welchen Umständen ein Durchbrennen oder Durchschmelzen des Glühdrahtes ein? Wenn nicht, dann ist die Kurzschlußvorrichtung überflüssig.
2. Tritt im Falle des Durchbrennens des Glühdrahtes der Kurzschluß immer zuverlässig ein, und wie lange dauert es vom Eintritt des Kurzschlusses bis zum Losgehen der mit dem Zünder verbundenen Sprengkapsel?

Es ergab sich auf Grund von Oszillogrammaufnahmen, daß ein Durchbrennen oder Durchschmelzen des Glühdrahtes bei einer Stromstärke von 1,5 A mit Sicherheit eintritt, u. zw. etwa 17 ms nach Beginn des Stromflusses. Bei 0,8 A scheint die Grenze erreicht zu sein, bei der ein Durchbrennen im allgemeinen nicht mehr stattfindet oder zum mindesten mit dem Losgehen des Zünders zusammenfällt, höchstens erst nach etwa 40 ms. Da zum Zünden der Kurzschlußzünder 0,8 A sicher ausreichen, selbst wenn mehrere Zünder hintereinander geschaltet sind, und beim Losgehen des Schusses auch die Kurzschlußeinrichtung zerstört wird, folgt daraus, daß die Kurzschlußvorrichtung an sich überflüssig ist. Die Kurzschlußvorrichtung ist aber in der vorliegenden Form für die Verhütung von Versagern auch unwirksam, weil sie höchstens kurze Zeit (0,1 ms) vor dem Losgehen des Schusses in Tätigkeit tritt. Dieser kurze Stromstoß ist selbstverständlich auf das Losgehen des zweiten Zünders ohne jeden Einfluß. (K. Drekopf, Glückauf Bd. 67, S. 606.) *Ka.*

Fernmeldetechnik.

Optische Strahlen in der Nachrichtentechnik und im Sicherungswesen. — Physikalische Grundlagen. In der Nachrichtentechnik und im Sicherungswesen hat man sich die ultravioletten, sichtbaren und die ultraroten Strahlen im Wellenbereich 0,2 ... 10 μ nutzbar zu machen versucht. Die Erzeugung der Strahlen dieses gesamten Spektrums geschieht dabei durch Temperaturstrahler oder Gasentladungen, wobei der gewünschte Spektralbereich durch entsprechende Filter ausgesiebt wird. Zum Nachweis kommen für den gesamten Spektralbereich Bolometer und Thermozellen, jedoch nur für unmodulierte Strahlung, oder für begrenzte Bereiche Photozellen (Alkali-Photozellen, Selenzellen und Sperrschicht-Photozellen) mit selektiver Empfindlichkeit für modulierte und unmodulierte Strahlung in Frage. Wesentlich für richtige Auswahl des zu verwendenden Spektralbereiches ist der Einfluß von Nebel, Regen und Schnee auf die Ausbreitung und Reichweite der Strahlen verschiedener Wellenlänge. Versuche in natürlichem und künstlichem Nebel sind zugunsten der Verwendung von ultraroten Strahlen ausgefallen.

Technische Anwendungen. 1. Nachrichtentechnik. — Die Verwendung optischer Strahlen zur Nachrichtenübermittlung auf kurze Entfernungen geht auf die Simonsche sprechende Bogenlampe zurück. In ähnlicher Weise wie die Bogenlampe können auch Quecksilberbogenlampe und Glimmlampe moduliert werden, nämlich durch Änderung der Intensität des Strahlers durch Besprechen des Mikrophons. Bei einer zweiten Art von Modulationsverfahren strahlt der Sender mit konstanter Intensität, und die Modulation wird erst in dem Strahlengang vom Sender zum Empfänger vorgenommen. Hierher gehören Modulationseinrichtungen mittels des elektrooptischen Kerreffektes (Kerrzelle), mittels durch den Mikrophonstrom gesteuerter verschiebbarer Raster oder beweglicher Spiegel und ein Modulationsverfahren, bei dem die Intensitätsschwankungen durch Veränderung der Reflektions- und Brechungsbedingungen an einem total reflektierenden Prisma mit Hilfe eines kleinen durch den Mikrophonstrom gesteuerten Glaskörpers bewirkt werden. Zur Erzeugung modulierter Telegraphiezeichen wird entweder die Strahlungsquelle tonfrequent überlagert oder gespeist oder der Strahlengang wird vor der Strahlungsquelle durch eine rotierende Lochscheibe in tonfrequentem Rhythmus unterbrochen. Als Empfänger für optische Telephonie und Telegraphie kommen nur die verhältnismäßig trägheitsfrei arbeitenden photoelektrischen Zellen in Verbindung mit Niederfrequenzverstärkern in Betracht, wobei die Zelle je nach dem zu empfangenden Spektralbereich ausgewählt werden muß. Wegen der günstigeren Ausbreitungsbedingungen bei den verschiedensten atmosphärischen Verhältnissen ist die Ultrarot-Telephonie der Licht- oder Ultraviolett-Telephonie überlegen. Zur Erzielung günstiger Reichweiten verwendet man am Sender und Empfänger eine geeignete Sammeloptik, Parabolspiegel oder Linsen. Die erzielten Reichweiten liegen je nach Senderstärke, Empfindlichkeit der Empfangszelle, Sammeloptik und atmosphärischen Bedingungen zwischen 1 und 28 km. — 2. Sicherungswesen. Eine als „Wärmesuchgerät" bezeichnete Anordnung arbeitet mit einer integrierenden Zelle als Empfangsorgan und ist zur Richtungsbestimmung eines aufzusuchenden Körpers, der infolge seiner von der Umgebung abweichenden Temperatur Wärmestrahlen aussendet, mit einem Parabolspiegel versehen, dessen Oberfläche versilbert ist. Nach ähnlichen Grundsätzen arbeitet ein Ultrarot-Peilgerät für Flugzeuge, mit dessen Hilfe der Kurs längs einer durch Ultrarotbaken befeuerten Flugstrecke bei Nebel oder diesigem Wetter eingehalten werden soll. Bei einem weiteren Verfahren, das auf den verschiedensten Gebieten des Sicherungswesens bereits Eingang gefunden hat, wird eine Anzeige nicht wie bei allen bisherigen Anwendungen durch das Auftreffen der Strahlung auf die Empfangszelle ausgelöst, sondern dadurch, daß der dauernd auf die Empfangszelle gerichtete Strahlengang durch ein zwischen Sender und Empfänger kommendes Objekt unterbrochen wird. Die Empfangseite ist dabei mit Verstärker und Relais verbunden, das eine Alarmvorrichtung, ein Zählwerk oder irgendeine Schutzvorrichtung betätigen kann. Eine solche Apparatur kann für Diebessicherung eines Raumes durch Ultrarotstrahlen, zur Überwachung oder Kontrolle von Toreingängen, Brücken, Kanaleinfahrten usw. dienen. Nach diesem Prinzip wurde in Amerika auch eine Verkehrsregelung zur Steuerung der Durchfahrt-Signallichter an Straßenkreuzungen geschaffen. Dabei wird die Durchfahrt für die Nebenstraße nur dann freigegeben, wenn ein die Nebenstraße quer vor der Einmündung in die Haupt-

stetig veränderlich ist. Die Änderung wird der Einfachheit halber linear angenommen. Die Rechnung wird mittels der Heavisideschen Operatorenrechnung durchgeführt. Es werden der Reihe nach das induktionsfreie Kabel, das Starkstromkabel mit Selbstinduktion und Kapazität sowie das allgemeine Kabel mit endlichem Widerstand behandelt. Das Ergebnis liegt jeweils in Form von unendlichen Reihen vor, deren Konvergenz bewiesen wird. Zwei mitgeteilte Zahlentafeln erleichtern die zahlenmäßige Anwendung der Reihen. Zwei durchgerechnete Beispiele werden in Kurvenform gegeben.

Im wesentlichen ergibt sich folgendes Bild. Die Stirngeschwindigkeit nimmt mit zunehmender Kapazität nach einer bestimmten Gleichung ab. Kabel mit veränderlicher Kapazität weisen eine Verzerrung der Wellenform auf, welche jedoch verschieden ist von der Verzerrung eines räumlich konstanten Kabels. Schreitet die Welle in Richtung zunehmender Kapazität vorwärts, so erfolgt der Anstieg im allgemeinen flacher, während die Stirn steiler wird, als im konstanten Kabel. (A. Gemant, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 1, S. 11.)

Verschiedenes.

Programm des Hauses der Technik, Essen, für das Wintersemester 1932/33. — Aus dem Vorlesungsverzeichnis des Hauses der Technik in Essen für das kommende Wintersemester dürften den Elektrotechniker folgende Veranstaltungen interessieren:

H. Junkers, Grundsätze technisch-wirtschaftlicher Forschung;
H. Starke, Über elektrostatische Hochspannungsmessung;
H. Kotte, Grundlagen der Tonfilmtechnik;
R. Rüdenberg, Technische Probleme der Elektrizitätsversorgung Europas;
Harprecht, Über Eisenbahntriebwagen;
W. Petersen, Fortschritte der Starkstromtechnik;
O. E. Sutter, Die Persönlichkeit des Ingenieurs.

Der Preis der Hörerkarten beträgt je Vortragsabend 1,50 RM; Semesterkarten kosten 10 RM. *of*

Fachschulkurse in Frankfurt a. M. — Die „Fachschulkurse für Betriebsbeamte in der elektrotechnischen Industrie und für selbständige Handwerksmeister im elektrotechnischen Gewerbe", veranstaltet von der Städtischen Berufsschule II für Elektrotechnik und Mechanik, wollen den in der Praxis stehenden Elektrotechnikern Gelegenheit geben, sich ohne Unterbrechung ihrer Berufstätigkeit diejenigen Kenntnisse anzueignen, welche für gehobene Stellungen als Werkmeister, Montageleiter u. dgl. oder zur selbständigen Führung eines elektrotechnischen Geschäfts erforderlich sind. Die Dauer der Ausbildung beträgt 4 Halbjahre mit 9 Wochenstunden an 3 Abenden. Am Ende des 4. Halbjahres findet die Abschlußprüfung unter Vorsitz des zuständigen Regierungs- und Gewerbeschulrates statt. Der nächste Kursus beginnt am 13. X. d. J. Die Aufnahme setzt Abschluß der Gehilfenprüfung und mehrjährige praktische Tätigkeit sowie abgeschlossenen Besuch der Berufschule und gewisser Ergänzungskurse bzw. Nachweis entsprechender Kenntnisse durch eine Aufnahmeprüfung voraus. Gesuche um Aufnahme sind unter Beifügung eines Lebenslaufes bis 30. IX. 1932 schriftlich oder persönlich einzureichen. Weitere Auskunft erteilt der Direktor Dipl.-Ing. F. Geitlinger, Frankfurt a. M.-West, Moltke-Allee 23.

Energiewirtschaft.

Eine Analyse der Kosten elektrischer Arbeit. — Die von den Verfassern behandelte Methode der Kostenermittlung unterscheidet sich im wesentlichen nicht von der Art, die 1927 in der ETZ[1] beschrieben worden ist. Das Kostenschema ist aus dem technischen Aufbau der Stromversorgung abgeleitet; es paßt sich dem Stande an, der sich aus dem englischen Elektrisierungsplan (Electricity [Supply] Act 1926) entwickelt hat. Nachdem die Kostenorte — Erzeugerstationen, Unterstationen für die Hochspannungskupplung, Hochspannungs-Kupplungsleitungen, Unterstationen für die Hochspannungsübertragung und -verteilung usw. — festgelegt worden sind, wird folgende Disposition für den Rechnungsgang entwickelt:

[1] Rückwardt, Die schematisierte Selbstkostenberechnung der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke. ETZ 1927, S. 489.

1. Feststellung der jährlichen Betriebs- und Kapitalkosten an jedem Kostenort und Entscheidung über die ganze Zugehörigkeit dieser Kosten zu den festen (leistungsabhängigen) oder den veränderlichen (arbeitsabhängigen) Kosten bzw. die teilweise Zugehörigkeit zu beiden Kostenarten.
2. Verteilung der festgestellten Kosten auf drei im wesentlichen gleichartige Abnehmer umfassende Abnehmergruppen, nämlich
   a) Großabnehmer, die den Strom als Hochspannung ab Kraftwerksammelschiene kaufen,
   b) Großabnehmer, die den Strom als Hochspannnung dem Hochspannungsnetz entnehmen,
   c) Niederspannungsabnehmer (normale Kleinabnehmer), die den Strom aus dem Niederspannungsnetz beziehen.

Jede Abnehmergruppe und jeder einzelne Abnehmer wird mit Betriebs- und Kapitalskosten nur der von jeder Kundenart tatsächlich in Anspruch genommenen Anlageteile belastet. Kapitalskosten werden nach gleichen Gesichtspunkten wie Betriebskosten verteilt und nicht, wie dies in der Praxis auch geschieht, als Generalunkosten behandelt.

Um der Kostenanalyse generelle Geltung zu verleihen, wird das Rechnungsergebnis in die Form gebracht:

a) Betriebskosten

Kosten je Kilowatt
Kosten je Lieferort oder Kunde
Kosten je gelieferte Kilowattstunde.

b) Kapitalskosten

Kosten je Kilowatt
Kosten je Lieferort oder Kunde

Besondere Kapitalskosten für Anlagen, die nur für die Belieferung eines einzelnen Kunden benötigt werden.

Je nach der Art der verkauften Energie und des einzelnen Kunden sind hierin Anteile an den Kosten in sämtlichen oder nur in einigen der vorher erwähnten Kostenorte enthalten.

Für die reinen Betriebs- und die Kapitalskosten lassen sich Verteilungsschlüssel fast ausnahmslos auf technischer Grundlage finden, dagegen muß der Verteilungsschlüssel für Generalunkosten von Fall zu Fall den Charakter der Ausgaben berücksichtigen.

Die Verfasser geben neue Formeln an, die für Kosten, die teils leistungs-, teils arbeitsabhängig sind, die Trennung in Abhängigkeit vom Belastungsfaktor bringen, aber nicht dem Belastungsfaktor im landläufigen Sinne, sondern nach einer Spezialdefinition. Die leistungsabhängigen (festen) Kostenanteile werden wie folgt angegeben:

für Kohlen . . . . $F_K = \frac{100}{100 + 12{,}8\,L}$

für Öle, Wasser usw. . . . $F_O = \frac{100}{100 + 9{,}66\,L}$

für Gehälter und Löhne . . $F_G = \frac{100}{100 + 0{,}38\,L}$

für Reparaturen, Unterhaltung, Instandsetzung . $F_R = \frac{100}{100 + 0{,}0001\,N\,L}$

L ist der Belastungsfaktor, N die jährliche Betriebsstundenzahl des Werkes. Ein Schaubild zeigt die nach diesen Formeln errechneten Sätze für jeden Ausgabeposten.

Die Durchführung der Rechnung wird sehr eingehend textlich und an einem Zahlenbeispiel erläutert. Als Hilfsmittel für die detaillierte Kostenumlegung auf die einzelnen Abnehmer, ferner auch für die Durchführung wirtschaftlicher Vorausberechnungen wird eine Reihe charakteristischer Durchschnittsziffern über Stromverbrauch und Belastungsverhältnisse[1] verschiedener Abnehmer in Zahlentafeln und Diagrammen bekanntgegeben.

Die Literatur über Selbstkostenanalysen, die Erfahrungen aus der Praxis preisgibt und sich nicht in abstrakt theoretischen Betrachtungen, aus denen sich keine praktischen Nutzanwendungen ziehen lassen, verliert, ist nur sehr spärlich. Gerade deshalb bleibt die Abhandlung der Verfasser für Kaufleute und Techniker, die sich berufsmäßig mit Fragen der Selbstkostenanalyse befassen müssen, lesenswert; sie bietet die Möglichkeit kritischen Vergleichens mit eigener Arbeit. (E. H. E. Woodward u. W. A. Carne, Sonderdr. eines am 14. IV. 1932 vor d. Instn. electr. Engr., London, geh. Vortrags.)

Rückwardt.

[1] Dr.-Ing. Adolph und Mitarbeiter, Der Belastungsfaktor der Elektrizitätswerke und seine Beeinflussung durch die verschiedenen Stromverbraucher. Gesamtber. 2. Weltkraftkonferenz 1930 Bd. 15, S. 38.

Elektrizitätserzeugung wichtiger Länder 1931. — Wie in früheren Jahren bringt der Sofina-Geschäftsbericht auch für das Jahr 1931 interessante Angaben über die Entwicklung der Elektrizitätserzeugung in den hauptsächlichsten Ländern; er hebt hervor, daß es eine Überproduktion an elektrischer Energie schon deswegen nicht gebe, weil Elektrizität nicht auf Lager gelegt werden könne; freilich sei in einer Reihe von Ländern die Leistungsfähigkeit der Elektrizitätsanlagen im Verhältnis zum gegenwärtigen Verbrauchsstand zu groß, doch seien die weiteren Möglichkeiten einer Aufwärtsbewegung noch immer unerschöpflich. Vergleichsweise erwähnt der Bericht, daß man im vergangenen Jahrhundert in den Krisenperioden von 1847, 1857 und 1874 mehrmals geglaubt habe, daß das Eisenbahnnetz bereits einen Umfang erreicht hätte, der einen weiteren Ausbau nicht mehr rechtfertige. Man solle sich hinsichtlich des Elektrizitätsausbaues vor ähnlichen falschen Schlußfolgerungen hüten. Allerdings könne vielfach der fernere Aufschwung der Elektrizitätswirtschaft dadurch gefährdet werden, daß bei weiterer Krisenverschärfung die verarmte Bevölkerung auf eine Verbesserung ihrer Lebenshaltung verzichten müsse, und daß infolge der Lohnherabsetzung die vermehrte Anwendung menschlicher Arbeitskraft wieder rentabler werde als die Verwendung mechanischer Energie. Ein Hindernis sei auch in vielen Ländern und Gemeinden die Belastung der Elektrizitätserzeugung mit außerordentlich hohen Abgaben.

Wie die folgende, dem Geschäftsbericht der Sofina entnommene Übersicht zeigt, konnte in einigen Ländern die Stromerzeugung auch noch 1931 zunehmen: in der Schweiz, in Argentinien und in Großbritannien. Die für 1931 genannten Ziffern sind großenteils Schätzungen, dürften aber zweifellos in der Tendenz richtig sein.

Elektrizitätserzeugung wichtiger Länder in Mrd/kWh

Land	öffentliche Werke und betriebseigene Anlagen						
	1927	1928	1929	1930	1931	Änderung gegen das Vorjahr in % 1930	1931
Deutschland .	25,14	27,87	30,66	28,70	25,26	— 6,3	—12,0
Argentinien .	1,05	1,13	1,29	1,42	1,47	+10,0	+ 3,7
Belgien . . .	3,25	3,62	4,03	4,10	3,85	+ 1,6	— 6,0
Kanada * . .	14,55	16,34	17,96	18,09	16,69	+ 0,7	— 7,7
V. S. Amerika	96,38	104,93	114,42	111,31	106,00	— 2,7	— 4,7
Frankreich .	11,39	12,98	14,32	15,34	13,97	+ 7,1	— 8,9
Großbritannien	11,75	13,83	14,94	16,60	16,82	+11,0	+ 1,3
Italien. . . .	8,86	9,77	10,56	10,84	10,60	+ 2,5	— 2,2
Schweiz . . .	4,59	5,30	5,40	5,46	5,71	+ 1,1	+ 2,6

* Nur öffentliche Unternehmungen.

A. Fr.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am Dienstag, dem 4. X. 1932, 19½ Uhr, in der Aula der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Direktor Karl Beckmann über das Thema: „Der Einfluß der Fernmeldetechnik auf die Entwicklung der Rohrpost- und Förderanlagen".

Inhaltsangabe:

In dem Vortrag soll die Entwicklung der Rohrpost- und Fördertechnik in den Jahren nach dem Kriege behandelt werden, insbesondere mit Rücksicht auf die der Fernmeldetechnik entnommene elektrische Steuerung der Rohrpostbüchsen bzw. der zu fördernden Gegenstände. Die Fernmeldetechnik hat vorzugsweise bei der Stadtrohrpost und Hausrohrpost, in letzter Zeit auch bei Elektropost und Förderbandanlagen Anwendung gefunden.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gastkarten für einzuführende Gäste sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins erhältlich. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß für elektrisches Nachrichtenwesen.
Der Vorsitzende:
Arendt.

Erscheinen des IV. Bandes der „Geschichtlichen Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik".

In der vom Elektrotechnischen Verein zu Berlin herausgegebenen Sammlung „Geschichtliche Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik" ist vor kurzem als Band IV „Die Entstehung der internationalen Maße der Elektrotechnik" von Geh. Regierungsrat Professor Dr. Wilhelm Jaeger in Berlin im Umfange von 101 Seiten mit 23 Abbildungen und einem alphabetischen Namen- und Sachregister erschienen. Unter den Abbildungen sind 18 Bildnisse von namhaften Gelehrten enthalten, die in der Entwicklung der Elektrizitätslehre und Elektrotechnik eine wichtige Rolle gespielt haben. In erster Linie sind die Bildnisse derjenigen Gelehrten aufgenommen worden, deren Namen zur Benennung der elektrischen und magnetischen Einheiten Verwendung gefunden haben, sowie einiger anderer, die sich in der Frage der Einheiten besondere Verdienste erworben haben (Ampère, Coulomb, Faraday, Gauß, Henry, Joule, Lord Kelvin, (William Thomson), F. Kohlrausch, Maxwell, Oerstedt, Ohm, Lord Rayleigh, Werner v. Siemens, Volta, Warburg, Wilhelm Weber, Weston).

Der Verfasser des IV. Bandes hat wesentlichen Anteil an der Entwicklung der internationalen Einheiten genommen, da er seit Begründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt i. J. 1887 bei dieser Behörde bis vor wenigen Jahren tätig gewesen ist und zusammen mit verschiedenen Mitarbeitern die empirisch definierten elektrischen Grundeinheiten zum ersten Male mit sehr großer Genauigkeit verwirklicht hat. Er erschien daher dem Elektrotechnischen Verein besonders geeignet, die geschichtliche Darstellung zu verfassen, zumal er sich auch früher schon auf diesem Gebiete vielfach literarisch betätigt hat.

Die Darstellung bildet nicht etwa eine trockene Aufzählung der einzelnen Vorgänge, Kongresse, Beschlüsse, Gesetze usw., sondern schildert in anschaulicher Weise die Zustände auf dem Gebiete der elektrischen Messungen zu verschiedenen Zeiten von 1881 ab und behandelt einige damit in Zusammenhang stehende wichtige allgemeine Fragen näher sowie die Differenzpunkte in den Ansichten der Teilnehmer an den Kongressen usw.

Band IV der Geschichtlichen Einzeldarstellungen bildet daher ein wertvolles Dokument für die Entstehungsgeschichte der internationalen Maße, die eine so grundlegende Bedeutung für die Einheitlichkeit aller elektrischer und magnetischer Messungen auch im internationalen Verkehr besitzen. Für alle beteiligten Kreise ist eine nähere Kenntnisnahme der in dem Bande enthaltenen Ausführungen von besonderem Wert.

Für die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins und der dem Verbande Deutscher Elektrotechniker angeschlossenen Vereine kostet das Exemplar auf dem Subskriptionswege

broschiert für das Inland 4,00 RM, gebunden 4,50 RM,

broschiert für das Ausland 4,20 RM, gebunden 4,70 RM

einschließlich Porto und Verpackung.

Wir bitten, die Bestellungen an die Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, zu richten.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Anerkennung der „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V. B. S./1932".

Im Nachgang zu der Bekanntmachung in ETZ 1932, S. 638, über die Anerkennung der

„Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen V. B. S./1932"

durch das Reichsarbeitsministerium und die deutschen Länderregierungen wird hiermit bekanntgegeben, daß nunmehr auch die Freie Stadt Danzig die V. B. S./1932 anerkannt hat.

In dem „Staatsanzeiger für die Freie Stadt Danzig", Nr. 52 vom 13. Juli 1932, veröffentlicht der Senat der Freien Stadt Danzig, Abteilung Handel und Gewerbe, folgende Bekanntmachung:

„Danzig, den 1. Juli 1932.

Die vom Verbande Deutscher Elektrotechniker E. V. herausgegebenen Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen (VDE 0514, V. B. S./1932) werden hiermit als grundsätzliche Richtlinien für die Ausübung staatlicher Hoheitsrechte anerkannt. Die Vorschriften können vom Verband Deutscher Elektrotechniker E. V., Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, bezogen werden.

Der Senat, Abt. Handel und Gewerbe."

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.



Betr.: Installations-Selbstschalter.

Laut Mitteilung des Elektrischen Prüfamtes 3, München, entsprechen die nachstehend aufgeführten Installations-Selbstschalter mit dem Ursprungszeichen „Sursum" der Firma Leyhausen & Co., Elektrotechnische Spezialfabrik, Nürnberg, den seit dem 1. VII. 1930 geltenden Leitsätzen des VDE für Installations-Selbstschalter (VDE 445):

Installations-Selbstschalter für 15 A, 250 V Gleichspannung, 380 V Wechselspannung, mit thermischer und hiervon unabhängiger elektromagnetischer Auslöseeinrichtung,

Schraubstöpsel PE, mit Elementsockel, vorderseitigem Klemmenanschluß, für Schalttafeleinbau,

Schraubstöpsel PS, mit Elementsockel und rückseitigem Bolzenanschluß.

Prüfzeit: Juli/August 1932.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein des Bergischen Landes e. V., Wuppertal-Elberfeld. 4. X. 1932, abds. 8 h, Saal der Technik, Alexanderstr. 18: Vortrag Dipl.-Ing. W. Kircher, „Technische Ausgestaltung der Lichtreklame".

Ostdeutscher Elektrotechn. Verein, Königsberg Pr. 3. X. 1932, 8 h, im Hörsaal des I. Physikal. Instituts der Universität, Steindamm 6, Vortrag Dipl.-Ing. Summerer, „Künstliche Beleuchtung von Innenräumen, technische Grundlagen und Möglichkeiten für die Raumbeleuchtung".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

O. Schortmann †. — Am 19. VIII. 1932 verstarb im 57. Lebensjahr nach kurzer schwerer Krankheit Oskar Schortmann, der Inhaber der Firma Gustav Schortmann & Sohn, Leipzig. Das Unternehmen wurde im Jahre 1868 vom Vater des Verstorbenen, Herrn Gustav Schortmann, gegründet. Während die ursprüngliche Fabrikation in der Hauptsache die Herstellung von Metallbestandteilen für Pianoforte umfaßte, nahm der Verstorbene die Fabrikation von Klein-Installationsmaterial, insbesondere von Wandsteckern, auf und gründete hierfür die Abteilung „Felmas", die er immer mehr ausbaute. An den Arbeiten des VDE über Gerätesteckvorrichtungen nahm der Verstorbene regen Anteil. Seine Fabrik förderte die Verbandsarbeiten auf diesem Gebiete durch die Entwicklung von Prüfgeräten und umfangreiche Versuche. Die Beziehungen zwischen ihm und seinen Angestellten und Arbeitern waren jederzeit herzlich und haben wesentlich zur gedeihlichen Entwicklung des Unternehmens beigetragen. Alle, die ihm nahestanden oder mit ihm in Geschäftsberührung kamen, werden ihm ein treues, dankbares Gedenken bewahren.



O. Schortmann †.

LITERATUR.

Besprechungen.

Einführung in die theoretische Elektrotechnik. Von Prof. K. Küpfmüller. Mit 320 Textabb., VI u. 285 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 18 RM, geb. 19,50 RM.

Der Verfasser teilt das Stoffgebiet einer Einführung in die theoretische Elektrotechnik in 7 Kapitel. Er beginnt mit dem stationären elektrischen Strom in linearen Netzen und räumlichen Bereichen, behandelt dann das ruhende und langsam veränderliche elektromagnetische Feld, gibt anschließend einen Überblick über die Theorie der Kettenleiter und Vierpole, über die Theorie der Leitungen und ihre Näherungsformeln und schließt mit der Behandlung rasch veränderlicher Felder und den elektromagnetischen Ausgleichsvorgängen in linearen und nichtlinearen Systemen.

Der Elektrostatik ist wohl wegen ihrer Wichtigkeit für die Hochspannungstechnik ein wesentlich breiterer Raum gewidmet, als es sonst üblich ist, dagegen weist das Buch an anderen Stellen vom Standpunkt der Starkstromtechnik einige Lücken auf, die als sinngemäße Erweiterungen bei einer zweiten Auflage berücksichtigt werden sollten. So fehlen z. B. die grundlegenden Eigenschaften elektrischer Maschinen und Transformatoren einschließlich ihrer Vektor- und Kreisdiagramme, soweit sie in den Rahmen einer Einführung in die theoretische Elektrotechnik gehören. Ebenso sollten wegen ihrer Bedeutung für die Anwendungen die Eigenschaften von Drehstromübertragungen und Starkstromnetzen bei normalem und gestörtem Betrieb (unsymmetrischer Belastung, Sternpunktserdung, Erdkurzschlußstrom, Prinzip der Erdschlußlöschung usw.) in einem besonderen Kapitel behandelt werden. Einige dieser für die Energieübertragung wichtigen Fragen werden nur teilweise als Beispiele an verschiedenen Stellen des Buches verstreut erwähnt.

Bücher, die so weite Gebiete wie das der theoretischen Elektrotechnik umfassen, sollten mit einem Stichwortverzeichnis versehen werden, denn die kurze Stoffeinteilung am Anfang des Buches läßt bei weitem nicht die vielseitigen Anwendungen erkennen, die der Verfasser über viele Gebiete der theoretischen Elektrotechnik bringt. Abgesehen von der vom Verfasser wohl absichtlich gewählten Einschränkung des behandelten Stoffgebietes muß man sagen, daß das vorliegende Buch in klarer Sprache eine gute Einführung in die theoretische Elektrotechnik

gibt. Besonders gelungen sind dem Verfasser die letzten Kapitel über Kettenleiter und Ausgleichsvorgänge. Von der höheren Mathematik wird ausgiebigerer Gebrauch gemacht, als es sonst in einführenden Büchern der Elektrotechnik üblich ist. Der Verfasser versucht jedoch stets mit Erfolg mathematische und vektorielle Rechenoperationen aus Bekanntem herzuleiten. Die gute Form der Darstellung der elektrischen Erscheinungen, ihre Zergliederung und Zurückführung auf die physikalischen Grundgesetze ist voll anzuerkennen und wird dem Buch des Verfassers eine weite Verbreitung sichern.

K. Pohlhausen.

Die Entwicklung des Fernsehens. Von F. Fuchs. (Schriftenreihe Dt. Museum, 3. Jahrg., H. 5.) Mit 19 Abb. u. 29 S. in 8⁰. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1931. Preis geh. 1 RM, f. VDI-Mitglieder 0,90 RM.

Die Schriftreihe des Deutschen Museums hat durch das vorliegende Heft eine wertvolle Ergänzung erfahren. Der Art der Darstellung des Deutschen Museums entsprechend sind die Grundlagen des Fernsehens und die Entwicklung desselben in knapper, leicht faßlicher Form beschrieben. Ausgehend von den ersten nicht verwirklichten Vorschlägen werden die Arten der Zerlegung und Umwandlung behandelt. Die photoelektrische Zelle, die Lichtrelais, die Synchronisiereinrichtungen und die drahtlose Übertragung werden in ausführlicherer Form angeschlossen. Das Heft kann jedem empfohlen werden, der sich einen Überblick über die Vorgänge beim Fernsehen verschaffen will.

F. Banneitz.

Schnellaufende Verbrennungsmotoren. Von H. R. Ricardo. 2., verb. Aufl., übersetzt u. bearb. v. Dr. A. Werner u. Dipl.-Ing. P. Friedmann. Mit 347 Textabb., VIII. u. 447 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 30 RM.

Es ist das große, bleibende Verdienst Ricardos, dem Gebäude der Vergasermotoren mit Fremdzündung das Fundament einer Theorie des Brennraumes gegeben zu haben, oder doch wenigstens einer überaus fruchtbaren Hypothese über den Einfluß der Brennraumform auf die Betriebseigenschaften eines Vergasermotors, einer Hypothese, die als Diskussionsbasis zu wertvollen neuen Erkenntnissen von größter praktischer Bedeutung führte. Gewiß, auch vor Ricardo hatten sich deutsche und englische Forscher experimentell mit Zündvorgängen und Wirbelung befaßt; aber diese Versuche am „Phantom" der Versuchsbombe waren auf den Motor nicht unmittelbar übertragbar. Ricardo dagegen entdeckte (jawohl „entdeckte"!) die Bedeutung der Brennraumform für den Vergasermotor (für den Dieselmotor war sie bekannt). Was für fast alle Konstrukteure von Vergasermotoren bislang nur ein unsympathisches Beiwerk war, dessen Form mehr oder weniger zufällig entstand aus der konstruktiven Anordnung der Ventile und Zündkerze, das wurde bei Ricardo Ausgangspunkt der Motorkonstruktion, das stieg als „Ort der Wirkung" plötzlich zu größter Bedeutung. Und das, was bislang als das Wichtigste erschien, der mechanische Teil, wurde jetzt um den Brennraum herumgebaut. Wie ein guter Architekt ein Haus baut: Von innen nach außen baute Ricardo seine „chemischen" Kraftmaschinen. Da aber Kraftstoffe das Agens sind der Motoren, so untersuchte er auch sie auf alle für den Vergasermotor wichtigen Eigenschaften und schuf damit zugleich wichtigste Grundlagen für ihre Einteilung, Beurteilung und Prüfung.

Kurz, Ricardo vertiefte die bis etwa 1920 vorherrschende äußerliche, bestenfalls phänomenologische Betrachtung des Vergasermotors zu einer Theorie über Kraftstoff- und Brennraum-Eigenschaften. Alles das ohne Vernachlässigung des mechanischen Teiles; der umfangreiche Abschnitt eines Buches „Entwurf der Maschine" ist ein höchst eindrucksvoller Beweis für das gesunde technische Urteil dieses bedeutenden Ingenieurs. Dieser gesunde Menschenverstand ist meisterhaft im Entkomplizieren und einfachen Darstellen verwickelter Zusammenhänge, verschmäht alle mathematischen Effekthaschereien (zu denen sich doch gemeinhin technisch-wissenschaftliche Autoren verpflichtet fühlen), beschränkt sich auf klare, sofort zu durchschauende graphische Darstellungen, trennt klar das Wesentliche vom Nebensächlichen und läßt so das Lesen dieses Buches zu dem Genuß eines vorzüglichen technischen Romanes werden, wobei der bescheidene Wunsch ausgesprochen sei, daß die im rein Technischen sehr braven Übersetzer trotz aller berechtigten Hochachtung vor Ricardo sich mehr von englischer Syntax freimachen möchten.

Eine wertvolle Erweiterung erfuhr die 2. Auflage durch die Abschnitte „Mängel des Ricardo-Zylinderkopfes" und „Schnellaufende Dieselmaschinen". Dagegen erscheint der Abschnitt „Flugmotoren" etwas kärglich besonders hinsichtlich der luftgekühlten Flugmotoren; der Abschnitt „Kolben" ist kaum mehr zeitgemäß und hätte vielleicht auf Kosten der inzwischen überholten Tankmotoren von 1917 erweitert werden können.

Etwas eigenartig berührt es, daß Ricardo keinerlei Bezug nimmt auf die Forschungsergebnisse und Ansichten anderer, die nicht immer mit ihm übereinstimmen. Da aber Ricardo zu den Wenigen gehört, die auf dem Gebiet der Vergasermotoren wirklich etwas zu sagen haben, so sei diese Souveränität nur festgestellt, weniger bemängelt.

A. E. Thiemann.

Erfindungen und gesetzlicher Erfindungsschutz. Leitf. f. Erfinder u. Patentsucher i. gemeinverständlicher Darstellung. Von M. Thomescheit. 2. Aufl. Mit 106 S. in kl. 8⁰. Verlagsanstalt Norden G. m. b. H., Berlin 1932. Preis geb. 3 RM.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, für die Angehörigen des mittleren und Kleingewerbes, denen die Bestimmungen des gewerblichen Rechtschutzes nicht geläufig sind, in einfacher, faßlicher Form die Grundfragen des Erfindungschutzes zu behandeln. Er hat daher in den Erläuterungen der Bestimmungen über die Anmeldung von Patenten und von Gebrauchsmustern und in dem Überblick über das Verfahren alle Weitschweifigkeiten vermieden. Das Buch enthält auch die Texte des Patentgesetzes und des Gesetzes betr. den Schutz von Gebrauchsmustern, den Gebührentarif und schließlich ein Verzeichnis der Patentanwälte. Es kann den Laien empfohlen werden, für die es bestimmt ist, sofern sie der Mahnung des Verfassers folgen und sich in allen Zweifelsfällen des sachkundigen Rates der Patentanwälte bedienen.

F. Krahe.

Eingegangene Doktordissertationen:

Alfred Harnisch, Quantitative Untersuchungen an Rundfunkempfängern. T.H. Dresden 1931.

Walter Reichardt, Entartungen sinusförmiger Schwingungen. T.H. Dresden 1931. (Sonderdr. aus Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, H. 8 u. 11, Verlag Julius Springer, Berlin.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Nach dem monatlichen Nachweis für Juli 1932 ergibt sich folgende Verteilung der Mengen und Werte innerhalb des Tarifunterabschnitts 18 B:

Waren	Mengen dz		Werte 1000 RM	
	Juli	Jan./Juli	Juli	Jan./Juli
Einfuhr:				
Elektrische Maschinen (einschl. Teile)	640	6 659	198	2 046
Elektrot. Erzeugnisse	1 971	12 238	1 747	11 799
Ausfuhr:				
Elektrische Maschinen (einschl. Teile)	18 804	193 311	5 246	49 769
Elektrot. Erzeugnisse	48 460	378 986	17 454	147 575

Die Einfuhr ist gegen den Vormonat (2253 dz bzw. 1,580 Mill RM) um 358 dz (16 %) und 0,365 Mill RM (23 %) gestiegen, hinter den Beträgen des Parallelmonats von 1931 (4936 dz bzw. 3,197 Mill RM) aber um 2325 dz (47 %) bzw. 1,252 Mill RM (39 %) zurückgeblieben. Die Ausfuhr, die vom Berichtsmonat ab keine Reparationssachlieferungen mehr enthält, weist in beiden Vergleichsfällen Verringerungen auf, u. zw. gegen den Juni (83 668 dz bzw. 26,918 Mill RM) um 16 404 dz (20 %) bzw. 4,218 Mill RM (16 %) und gegenüber dem Juli 1931 (155 967 dz bzw. 44,029 Mill RM) um 88 703 dz (57 %) bzw. 21,329 Mill RM (48 %). Während der abgelaufenen sieben Monate hat der Import 12 047 dz (39 %) bzw. 7,708 Mill RM (36 %) weniger ergeben als in der gleichen Periode von 1931; er umfaßte 1371 Lichtmaschinen usw. (3850 i. V.), 26 058 Dynamos, Elektromotoren usw. (41 739 i. V.), 3545 Bogen- usw. Lampen (6322 i. V.), 3,677 Mill Metalldrahtlampen (3,114 i. V.), jedoch keine Kohlefaden- usw. Lampen (0,104 Mill i. V.). In demselben Zeitabschnitt ist der deutsche Elektroexport, der 52 385 Lichtmaschinen (46 949 i.V.), 322 752 Dynamos, Elektromotoren usw. (389 992 i. V.), 66 382 Bogen- usw. Lampen (107 362 i. V.), 18,056 Mill Metalldraht-

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1183; 1932, S. 807.

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz Juli 1932	Einfuhr in dz Januar/Juli 1932	Einfuhr in dz Januar/Juli 1931	Ausfuhr in dz Juli 1932	Ausfuhr in dz Januar/Juli 1932	Ausfuhr in dz Januar/Juli 1931
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	9	65	321	1 300	5 559	3 858*
907 b/g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer[1]; Transformatoren und Drosselspulen	623	6 283	12 736	16 586	177 135	156 867*
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	8	311	459	918	10 617	14 381*
908 a, b	Elektrizitätsammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	26	378	1 253	4 467	23 265	34 006*
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	366	1 968	3 132	16 436	123 502	301 994*
910 a/c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	9	75	103	106	1 023	1 386*
911 a	Metallfadenlampen	170	1 469	1 434	341	2 349	4 810*
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	—	—	49	8	65	137
912 A1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	34	89	72	16	240	431
912 A2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittlungseinrichtungen; Bestandteile davon	[10] 294	463	290	728	8 136	11 942*
912 A3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	222	2 105	3 376	2 935	21 375	40 713*
912 A4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	38	478	881	1 318	11 583	14 658*
912 B	Bügeleisen; in der Ausfuhr auch Bestandteile davon	—	31	46	528	2 798	4 451
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate (ausgenommen 912 B); in der Ausfuhr auch Bestandteile davon	92	499	573	1 285	8 721	9 769*
912 D	Röntgenröhren; in der Ausfuhr auch Bestandteile davon	4	24	27	24	183	190*
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	172	695	951	1 286	9 275	10 819*
912 F1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	—	58	98	597	4 775	6 651*
912 F2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	470	3 369	4 609	14 105	130 464	151 026*
912 F3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgenommen 912 D)	73	460	403	702	5 306	8 581*
912 F4	Galvanische (auch Trocken-)Elemente, elektr. und galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	1	15	109	1 902	12 638	24 703*
912 F5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a)	—	62	18	[6]	[6]	[6]
912 F6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	—	—	4	38	152	223
912 F7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe und Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	1 638	13 122	16 655*
—	Elektrotechnische Erzeugnisse, unvollständig angemeldet	—	—	—	—	14	15
	Summe von Tarifunterabschnitt 18B: Menge in dz	2 611	18 897	30 944	67 264	572 297	818 266*
	Summe von Tarifunterabschnitt 18B: Wert in 1000 RM	*1 945*	*13 845*	*21 553*	*22 700*	*197 344*	*273 632**
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	19	135	116	17	193	11 077
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	2	22	25	54	384	452
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	5	54	56	434	3 217	4 621
648 d	Elektroden	11	1 505	1 717	8 512	77 319	107 086
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	—	—	6	2 114	13 956	32 736*
740 a	Glühlampenkolben	—	9	58	647	4 172	8 124
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	—	39	106	[9]	[9]	[9]
799 c	desgl. aus schmiedbarem Eisen	9	284	439			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	99	2 237	1 924	7 368	46 114	77 652*
915 b4	Elektrokarren[8]	.	.	.	18	1 954	1 688*

lampen (31,376 i. V.) und 0,179 Mill Kohlefaden- usw. Lampen (0,359 i. V.) an das Ausland lieferte, gegen die sieben Monate von 1931 um 245 969 dz (30 %) bzw. 76,288 Mill RM zurückgegangen. Sein Überschuß betrug 553 400 dz im Wert von 183,499 Mill RM (787 322 dz bzw. 252,079 Mill RM). *fm.*

[1] Quecksilberumformer s. Nr. 912 F 2. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen usw. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Isolationsgegenstände aus Ambroin, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroin, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art (auch Isolationsglocken) aus Steingut oder Porzellan. — [8] Einfuhr unter 915 b (Last-, Liefermotorwagen). — [9] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn. — [10] Vorwiegend alte Fernsprechapparate.

* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Über die Bedeutung der magnetischen Vorspannung beim elektromagnetischen Telephon", ETZ 1932, H. 33, ist auf S. 794 links in der zwischen Gl. (7) und (8) stehenden Gleichung für die Konstante A auf der linken Seite das Glied I_0^2 ausgelassen worden; die Gleichung muß heißen:

$$\frac{2\pi N^2 I_0^2}{Q R_m^2} = A = \text{konst.}$$

Abschluß des Heftes: 23. September 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrisch beheizte Doppelkammeröfen.

Mitteilung der AEG.

Im oberen Teil der von der AEG für eine Automobilfabrik gelieferten Doppelkammeröfen, die im Aufbau des Schamotte- und Wärmeschutzstoffes sowie der äußeren Umkleidung der üblichen Bauweise gleichen, liegt eine Härtekammer, im unteren ein Anlaßraum. Die Härteräume sind je 4600 mm lang, 1020 mm breit und 360 mm hoch. Eintrittsöffnung und Entnahmespalt sind bei jedem Härteraum jedoch nur 235 mm hoch. Für die Eintrittsöffnungen (Abb. 1) der Härtekammern sind keine Türen, sondern zur Verhinderung größerer Wärmeausstrahlungsverluste lediglich Kettenvorhänge vorgesehen. Die Austrittsöffnungen haben jedoch Türen, die von je einem Motor durch Druckknopfsteuerung betätigt werden. Die Arbeitstemperatur in jeder Härtekammer beträgt 820°.

An Heizkörperleistung sind in jeder Kammer 190 kW untergebracht, die sich auf drei getrennte Gruppen verteilen. Jede Heizgruppe ist mit einem Regler versehen; während die beiden ersten Regler die Temperatur anzeigen, schreibt der dritte die Temperatur am Ende der Härtekammer auf. Die Heizkörper sind am Boden und an der Decke der beiden Kammern angebracht, die Bodenheizkörper können bei erwärmtem Ofen ausgewechselt werden.

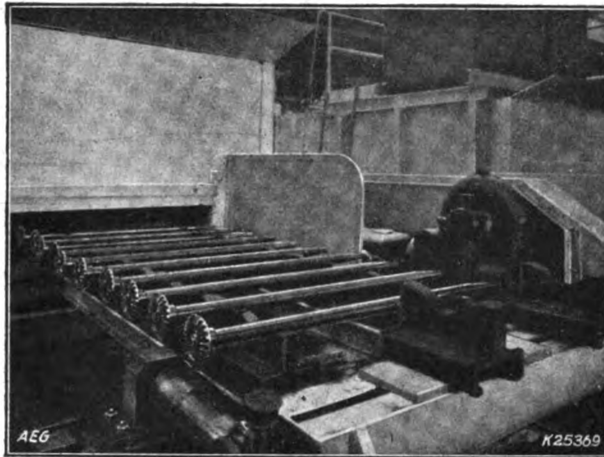


Abb. 1.
Beschickungsseite des Härteraumes der Doppeldecköfen.

In der Sohle jeder Härtekammer liegen über den Heizkörpern zwei Schienen in Spurhaltern (Abb. 2), die an der Aufgabeseite aus dem Erwärmungsraum herausragen, während sie an der Entnahmeseite in ihm endigen. Die Schienen haben I-förmigen Querschnitt und dienen zur Führung loser Tragschuhe, die seitlich über die Schienenköpfe greifen. Die Schuhe werden an der Bedienungsseite von Hand auf die Schienen geschoben — so daß sich hier Schuh an Schuh reiht — und am Entnahmeende wieder abgezogen. Die Stoßvorrichtung drückt mit dem längs einer Gradführung hin- und hergehenden Stoßbalken bei jedem Hub die ganze Reihe der Schuhe um die Länge eines Schuhes durch den Erwärmungsraum vor. Nach ihrem Rückgang gibt sie soviel Platz frei, daß ein weiteres Paar Schuhe auf die Schienen gestellt werden kann, worauf das Spiel sich wiederholt.

Kurbel-, Nocken-, Kardan- oder Hinterachswellen von Kraftwagen werden auf die Schuhe gelegt, auf denen sie durch den Erwärmungsraum gefördert werden, erreichen an seinem Ende die gewünschte Temperatur und werden an der Austrittöffnung von einem Arbeiter abgenommen, der sie in die neben dem Ofen stehende Abschreckmaschine gibt. Derselbe Bedienungsmann zieht dann die leeren Stoßschuhe von den Schienen ab und läßt sie auf die seitlich am Ofen angebrachten Rückförderungen gleiten. Hochstehende Knaggen auf einzelnen Gliedern der Rückförderketten halten die Schuhe auf den Ketten fest und bringen sie zu dem Bedienungspersonal an der Aufgabeseite der Härtekammern zurück.

Nach dem Abschrecken gibt der am Austrittsende einer Härtekammer stehende Arbeiter die Wellen zum Anlassen in den Raum unter der Härtekammer.

Jede Anlaßkammer der beiden Doppeldecköfen hat einen Nutzraum von 6250 mm Länge, 1020 mm Breite und 460 mm Höhe; die Türhöhe beträgt jedoch nur 255 mm. In den Anlaßräumen ist nur der Boden mit Heizkörpern versehen. Für die Förderung der Wellen durch die Anlaßkammern sind je zwei Kettenstränge vorgesehen, die sich aus zu Kettengliedern umgebildeten Tragschuhen zusammensetzen und von denen die Wellen in ähnlicher Weise wie von den Tragschuhen in den Härtekammern mitgenommen werden. Die Förderrichtung ist in der Anlaßkammer entgegengesetzt zu der in der Härtekammer. Am Austrittsende der Anlaßkammer, an dem die angelassenen Wellen auf zwei Flacheisenschienen gleiten, werden sie von Hand abgenommen, und die rücklaufenden Ketten kehren unterhalb der Ausmauerung des Ofens zurück. Die Eintrittsenden der Anlaßkammern sind ebenfalls durch je einen Kettenvorhang, die Ausgangsenden jedoch durch Asbestgewebe abgeschirmt, um das Auftreten eines Luftzuges im Anlaßraum zu verhindern.

Die Anlaßkammer eines Ofens wird mit etwa 260° benutzt. In der Anlaßkammer des anderen Ofens herrschen in der Querrichtung abfallende Temperaturen. Dies wird durch Anordnung von drei Heizkreisen in der Querrichtung, die getrennt von den auf 460, 360 und 260° eingestellten Reglern gesteuert werden, erreicht. Daher werden die Wellen in dieser Kammer auf gleichmäßig abfallende Temperaturen erwärmt und erhalten entsprechende Gefüge, die in der Längsrichtung der Welle allmählich ineinander übergehen. Die Regler an den Austrittsenden der Anlaßkammern schreiben wiederum die Endtemperaturen auf. Der Raum mit 260° einheitlicher Anlaßtemperatur hat 65 kW Anschlußwert und die für drei Anlaßtemperaturen bestimmte Kammer ist mit 80 kW Heizleistung ausgerüstet.

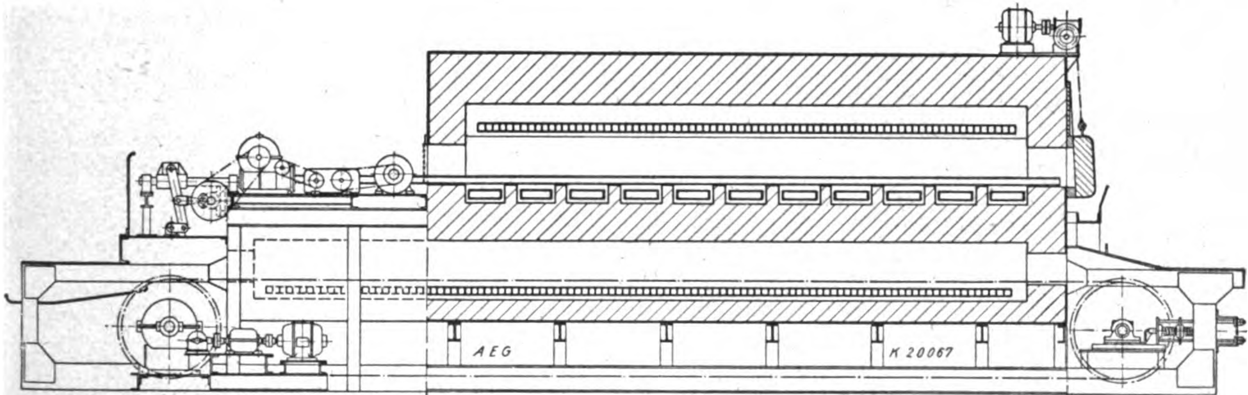


Abb. 2.
Seitenansicht vom Ein- und Austrittsende und Längsschnitt durch den Ofen.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 6. Oktober 1932 | Heft 40

Bericht über die Tagung des Maschinenkommittees (Advisory Committee No. 2) der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) in Paris vom 29. Juni bis 2. Juli 1932.

An der diesjährigen Sitzung des Maschinenkommittees der IEC in Paris waren beteiligt Vertreter der Länder: Deutschland, Belgien, England, Frankreich, Holland, Italien, Norwegen, Polen, Schweden, Schweiz, Tschechoslowakei. Das amerikanische Kommittee hatte infolge der Wirtschaftskrise und wegen Todesfalles des Hauptsachbearbeiters keine Vertreter zur Tagung entsandt.

Die Verhandlungen hatten im wesentlichen folgendes Ergebnis:

I. Niederschrift über die Stockholmer Tagung 1930, RM 78.

Die Niederschrift wird mit geringfügigen Änderungen genehmigt.

II. Anerkennung der IEC Publication 34 als internationale Maschinenregeln.

Die dritte Ausgabe (1930) der Publication 34 wird einstimmig als internationale Maschinenregeln angenommen.

III. Angleichung der nationalen Maschinenregeln an die IEC-Regeln.

Alle in der Sitzung vertretenen Länder beabsichtigen, ihre nationalen Maschinenregeln denen der IEC möglichst anzupassen. Die Angleichung läßt sich jedoch mit Rücksicht auf kürzlich erfolgte Neuausgabe der nationalen Regeln von den meisten Ländern erst in einigen Jahren durchführen.

In Anbetracht der unterschiedlichen Entwicklung der Technik wird für einige wenige Punkte die Angleichung noch weiter hinausgeschoben werden müssen, da vorherige eingehende Nachprüfungen über die Möglichkeit der Anpassung seitens der einzelnen Länder anzustellen sind.

IV. Ergänzung und Erweiterung der IEC-Maschinenregeln (für die vierte Ausgabe der Publication 34).

1. Isolationsklasse von Lackdraht. Frankreich hatte angeregt nachzuprüfen, ob Lackdraht in Isolationsklasse B eingereiht werden könne. Die Äußerungen der meisten Länder gehen dahin, daß dies im Augenblick wegen mangelnder Erfahrung über die Wärmebeständigkeit verfrüht sei. Daher soll Lackdraht wie früher unter Isolationsklasse A (Baumwolle, Seide, Papier) einbezogen werden.

2. Festlegung von Toleranzen. Bei Werten, welche die Betriebssicherheit beeinflussen (z. B. Grenzerwärmung, mechanische und elektrische Festigkeit usw.), sollen keine Toleranzen angewendet werden. Bei allen anderen Werten wird von Fall zu Fall entschieden, ob Toleranzen festzulegen sind oder nicht.

3. Toleranz für die Kurzschlußspannung von Anzapftransformatoren. Als Toleranz für die Kurzschlußspannung wird 10 % für die der Normalstufe entsprechende Anzapfung festgelegt; die Toleranz für die Kurzschlußspannung der anderen Anzapfungen beträgt 15 %, soweit die diesen zugeordneten Spannungswerte nicht mehr als 5 % von dem Normalwert abweichen. Bei größeren Abweichungen muß die Toleranz zwischen Kunden und Hersteller vereinbart werden.

4. Wicklungsprobe für Erregermaschinen. Die Prüfspannungen für Erregermaschinen wurden nach ausführlicher Erörterung wie folgt festgelegt:

a) Die Prüfspannungen für Erregermaschinen von Synchrongeneratoren sollen die gleichen sein wie für die Feldwicklungen des Generators, d. h. Prüfspannung = 10 × Nennerregungsspannung des Generators mindestens 1500 V, höchstens 3500 V.

b) Erregermaschinen für Synchronmotoren oder Einankerumformer, die beim Anlauf vom Motor oder vom Umformer durch doppelpolige Schalter getrennt oder zur Vermeidung von Überspannungen einpolig geerdet sind, sollen so geprüft werden wie Feldwicklungen von Synchrongeneratoren, d. h. Prüfspannung = 10 × Nennerregungsspannung, mindestens 1500 V, höchstens 3500 V.

c) Erregermaschinen für Synchronmotoren und Einankerumformer, die während des Anlaufs mit dem Motor oder mit dem Umformer verbunden sind, sollen so geprüft werden, wie für Feldwicklungen von Synchronmotoren unter Punkt 5[1] bzw. von Einankerumformern unter Punkt 6[2] der Tafel II von Publication 34 festgelegt ist.

5. Prüfspannungen für geerdete Hochspannungsanlagen. Während als normale Prüfspannung für den Fall des isolierten oder über Widerstände und Induktivitäten geerdeten Sternpunktes $2U + 1\,\mathrm{kV}$ gilt (U = Nennspannung zwischen den Außenpolen), wird bei fester Sternpunktserdung die Prüfspannung bei Nennspannungen über 80 kV auf: $2 \cdot 0{,}8\,U + 1\,\mathrm{kV} = 1{,}6\,U + 1\,\mathrm{kV}$ mit einem Mindestwert von 161 kV ermäßigt.

Einer Anregung des englischen Vertreters zufolge soll in einer Fußnote darauf hingewiesen werden, daß bei ungewöhnlichen meteorologischen Verhältnissen (gewitterreiche Gegend) von dieser Verminderung der Prüfspannung bei ausdrücklicher Vereinbarung zwischen Hersteller und Kunden abgesehen werden kann.

Die Frage der bei Erdung eines Außenpoles anzuwendenden Prüfspannung — dieser Fall hat nur für Einphasen-Bahnanlagen Interesse — soll von dem zuständigen Advisory Committee 9 für Bahnmotoren behandelt werden. Der diesem Committee vom Maschinenkommittee einzureichende Vorschlag lautet:

[1] Prüfspannungen für Feldwicklungen von Synchronmotoren nach Punkt 5, Tafel II, Publ. 34

	Prüfspannung
a) bei Anlauf mit kurzgeschlossener Feldwicklung	10 × Nennerregungsspannung mindestens 1500 V, höchstens 3500 V
b) bei Anlauf mit durch Schalter abgetrennter Feldwicklung	1000 V + 10 × Nennerregungsspannung, mindestens 1500 V
c) bei Anlauf mit offenem Erregerstromkreis	
(i) bei Drehstromanlauf	1000 V + 20 × Nennerregungsspannung, mindestens 1500 V, höchstens 8000 V
(ii) bei anderer Anlaufsart	1000 V + 10 × Nennerregungsspannung, mindestens 1500 V

[2] Prüfspannungen für Feldwicklungen von Einankerumformern nach Punkt 6, Tafel II, Publ. 34

	Prüfspannung
a) bei Anlauf mit geschlossenem Erregerstromkreis	1000 V + 2 × Nennerregungsspannung, mindestens 1500 V
b) bei anderer Anlaufsart	entsprechend Punkt 5

„Prüfspannung für einpolig geerdete Einphasensysteme

$$U_p = 2 \cdot 1{,}25\,U + 1\,\text{kV} = 2{,}5\,U + 1\,\text{kV}.“$$

6. Windungsprobe mit induzierter Spannung.

a) Transformatoren mit voller Isolation. Für die Windungsprobe wird folgendes angenommen:

Bei Transformatoren mit voll isolierten Wicklungen soll die Prüfspannung für die Windungsprobe (mit induzierter Spannung) gleich der doppelten Nennspanung sein unter Berücksichtigung der für Nennspannungen über 80 kV angenommenen Erleichterungen (bei Transformatoren mit fest geerdetem Sternpunkt). Die Prüfung mit induzierter Spannung erfordert im allgemeinen eine über die Nennfrequenz hinausgehende Prüffrequenz. Die Dauer der Prüfung soll 60 s für alle Prüffrequenzen, gleich oder unterhalb der doppelten Nennfrequenz, betragen. Wenn die Prüffrequenz die doppelte Nennfrequenz überschreitet, soll die Prüfdauer:

$$60 \cdot \frac{2 \times \text{Nennfrequenz}}{\text{Prüffrequenz}} \text{ in s}$$

betragen. In keinem Falle soll jedoch die Dauer der Prüfung geringer als 15 s sein.

Anmerkung. In Fällen, wo die erforderliche Prüfspannung nicht hergestellt werden kann (z. B. infolge Begrenzung der Prüffeldleistung), sollen die Einzelheiten der Prüfmethode und der Wert der Prüfspannung zwischen Käufer und Hersteller vereinbart werden.

b) Transformatoren mit abgestufter Isolation. Über die Größe der bei der Windungsprobe anzuwendenden Prüfspannung sollen die Nationalen Kommittees Vorschläge einreichen.

c) Umlaufende Maschinen. Für Maschinen ist gleichfalls eine Windungsprobe in Aussicht genommen. Die Größe der Prüfspannung unterliegt noch der Beratung.

7. Durchschlagsprüfung für einzelne Spulen. Diese Typenprüfung wird nicht in die IEC-Regeln aufgenommen, sie bleibt der Vereinbarung zwischen Hersteller und Kunden überlassen.

8. Sprungwellenprobe für Maschinen und Transformatoren. Da außer Deutschland und der Schweiz im Augenblick kein anderes Land die Einführung einer solchen Prüfung befürwortet, soll die Sprungwellenprobe zunächst noch nicht in die IEC-Regeln aufgenommen werden.

9. Zusatzverluste.

a) Für Synchronmaschinen und Transformatoren wird die direkte Messung durch Kurzschlußprobe angenommen.

b) Für andere Maschinen soll ein Unterkommittee die verschiedenen Methoden der Verlustmessung studieren bzw. Zahlenangaben für die Zusatzverluste machen. Der Unterausschuß besteht aus Vertretern der Länder Deutschland, England, Frankreich (Vorsitz), Schweden.

10. Spannungsmessung mit der Kugelfunkenstrecke. Die im Dokument 2 (Sekretariat) 206 vorgeschlagenen Eichtabellen sollen nachgeprüft und ergänzt werden. Hierzu wird ein aus Mitgliedern des Advisory Committee 8 (Normalspannungen und Hochspannungsisolatoren) bestehendes Unterkommittee eingesetzt. in dem die Länder Deutschland, England, Italien (Vorsitz), Schweiz, USA vertreten sind.

11. Kurvenform. Es werden folgende Definitionen für Verzerrungsfaktor und Abweichungsfaktor angenommen:

Der Verzerrungsfaktor einer Kurve ist das Verhältnis des Effektivwertes der Oberwellen (nach Eliminierung der Grundwelle) zum Effektivwert der Gesamtwelle.

Der Abweichungsfaktor einer Kurve ist das Verhältnis der größten arithmetischen Differenz zwischen den Ordinaten der Gesamtwelle und der Grundwelle zu dem mit $\sqrt{2}$ multiplizierten Effektivwert der Gesamtwelle.

In Drehstromsystemen muß unterschieden werden, ob sich diese Faktoren auf die verkettete Spannung oder auf die Sternspannung (zwischen Klemme und Sternpunkt) beziehen. Wenn keine besonderen Angaben gemacht werden, beziehen sich die Faktoren auf die verkettete Spannung.

Die Nationalen Kommittees sollen Vorschläge für zulässige Zahlenwerte des Verzerrungs- und Abweichungsfaktors sowie für Meßmethoden einreichen.

12. Kühlungs- und Schutzarten elektrischer Maschinen. Die Kennzeichnung von Maschinen nach Kühlungs- und Schutzart in Form einer Tabelle wird angenommen. Der Entwurf für ein Normblatt wird von einem Unterkommittee ausgearbeitet und den Nationalen Kommittees zur Rückäußerung vorgelegt werden. Der Unterausschuß besteht aus Vertretern von Deutschland (Vorsitz), England, Frankreich, Italien, Polen, Schweiz.

13. Kippmoment von Drehstrommotoren. Über die Höhe des Mindestkippmomentes sowie darüber, ob hierfür ein Festwert ohne Einschränkung vorgeschrieben werden soll, konnte eine Einigung nicht erzielt werden. Weitere Untersuchungen sollen seitens der Nationalen Kommittees angestellt werden.

14. Lagererwärmung. Auch hierüber konnte noch keine Entscheidung gefällt werden. Die Frage wird von einem aus Vertretern der interessierten Kommittees, nämlich A. C. 2 (Maschinen) und A. C. 9 (Bahnmotoren) gebildeten Unterkommittee weiter verfolgt werden. An den Beratungen werden die Länder Deutschland, England, Frankreich, Italien beteiligt sein.

Berichter: M. Kloss, P. Jacottet.

Deutsches Kommittee der
Internationalen Elektrotechnischen Kommission.

Der Vorsitzende — Der Schriftführer
R. Rüdenberg. — P. Schirp.

Drehstrom-Kabelkästen ohne Vergußmasse im Sicherungsraum.

Nachdem man in immer größerem Umfang dazu übergeht, ölfreie Leistungschalter und Endverschlüsse ohne Vergußmassen zu verwenden, baut man nun auch Kabelkästen, in denen keine Vergußmasse gebraucht wird. Die SSW bringen 2 Kastenarten, eine runde und eine rechteckige Form, auf den Markt[1]. Die ungeschnittenen Adern der Kabel werden vom Stutzen in das Innere des Kastens geführt, wobei die Adern durch Buchsen abgedichtet werden, welche in die isolierte Stirnwand des Stutzens einvulkanisiert sind (Abb. 1). Bei den rechteckigen Kästen

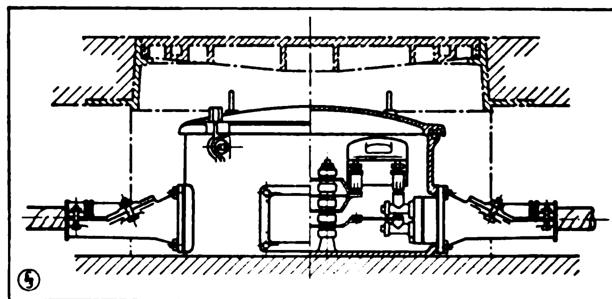


Abb. 1. Runder Kabelkasten in Vier- und Sechswegausführung.

gewährleistet eine Stoffbuchsenabdichtung den zuverlässigen Abschluß des Stutzens gegen den Kasten. Anstatt der früheren Schraubkontakte für die Schmelzstreifen verwendet man isolierte Handgriffstecker bis 200 bzw. 350 A, in welche Niederspannungs-Hochleistungspatronen eingesetzt werden. Die Patronen gestatten, Kurzschlußströme bis etwa 15000 A ohne sichtbare Feuererscheinungen im Kasten abzuschalten. Die Handgriffstecker für die rechteckige Form bestehen aus einer Grundplatte mit starkwandigen Kontaktfedern und den eigentlichen Steckern aus Isolierstoff mit eingesetzten Kontaktklötzen. Um einen einwandfreien Stromübergang auch bei größeren Erwärmungen dauernd zu gewährleisten, sind noch äußere Stahldruckfedern am Stecker angeordnet. *Ka.*

[1] Siemens-Z. Bd. 11, S. 482.

Die Kraftwerke Oberhasli.

Von Dr. **Bruno Thierbach**, Berlin.

Die Oberhasliwerke sind berufen, in der zukünftigen schweizerischen Energiewirtschaft eine bedeutende Rolle zu spielen; denn selbst in dem an ausbauwerten Wasserkräften so reichen Lande werden sich nicht leicht Werke errichten lassen, die an Größe und Ergiebigkeit der konstanten Energie den Oberhasliwerken gleichkommen. Da der erste Ausbau dieses Unternehmens noch im Laufe des Jahres 1932 zur behördlichen Abnahme fertiggestellt sein und seinen Vollbetrieb aufnehmen wird, werden einige technische und wirtschaftliche Angaben über dasselbe am Platz sein, zumal auch die Bauarbeiten in dem äußerst unzugänglichen Gelände manche interessante Einzelheiten aufweisen.

Die Bernischen Kraftwerke, die sich die Energieversorgung des Kantons Bern und benachbarter Gebiete zur Aufgabe gemacht haben, waren schon sehr früh auf die reichen Wasserkräfte des Oberhasli aufmerksam geworden. Sie sicherten sich bereits 1906 die Konzessionen für die Wasserkräfte der „jungen Aare" von ihren Quellen bis nach Innertkirchen und studierten eingehend ihre Nutzbarmachung. Die Aare und ihre Zuflüsse entspringen gewaltigen Gletschern; sie bieten daher eine hervorragende Stetigkeit der Energielieferung, wenn es gelingt, die Überschuß-Wassermengen der sommerlichen Gletscherschmelze in Staubecken zurückzuhalten. Die örtlichen Verhältnisse waren, wie aus den Lageplänen Abb. 1 a und b hervorgeht, der Schaffung zweier solcher Staubecken günstig. Nach sehr eingehenden Untersuchungen und Studien wurde im Jahre 1925 mit der Ausführung des nachstehend kurz beschriebenen Projektes begonnen.

In dem Grimselsee mit einem nutzbaren Wasserinhalt von 100 Mill m³ und dem mit diesem durch einen Stollen verbundenen Gelmersee mit 13 Mill m³ wird das Wasser der oberen Aare gespeichert und zunächst dem Kraftwerk Handeck durch einen Druckstollen zugeleitet. Hinter dem Kraftwerk Handeck wird das Wasser abermals in einem Stollen gefaßt und dem etwa 12 km entfernten Kraftwerk Innertkirchen zugeführt. Zwischen diesen beiden Stationen kann bei Guttannen noch eine dritte Gefällstufe ausgebaut werden. Gemeinsamer Sammelpunkt der Energie aller Kraftwerke ist die Transformatorenstation Innertkirchen. Von hier aus erfolgt auch die Verteilung in das 150 kV-Netz.

Von den drei geplanten Kraftwerken ist bis jetzt die erste Gefällstufe, das Kraftwerk Handeck, ausgeführt. Hier sind vier Maschinensätze aufgestellt, bestehend aus je einer Freistrahl-Turbine von 30 000 PS und je 1 Drehstrom-Generator von 28 000 kVA. Die Generatorspannung von 11 000 V wird in je einem Transformator auf 50 000 V umgespannt. Abb. 2 zeigt den Maschinensaal des Kraftwerkes, Abb. 3 einen Schnitt durch einen der 30 000 PS-Maschinensätze. Die Lieferung der vier Generatoren erfolgte durch die Maschinenfabrik Oerlikon. Zur Einhaltung des vorgeschriebenen maximalen Transportgewichtes von 20 t mußte die Welle in der Mitte unterteilt und mittels Flanschen wieder zu einem Stück vereinigt werden. Der Rotorkörper besteht aus 12 massiven, aus S.M.-Stahl geschmiedeten Polkörpern und 6 Rotorringen aus dem gleichen Material, wobei je drei Ringe auf die 2 Nabensterne der beiden Wellenhälften warm aufgezogen sind. Die in den vierteiligen Stator eingebaute Wicklung ist eine Gitterstab-Wicklung, die aus leicht auswechselbaren, kurzschlußsicher abgestützten Stäben gebildet wird.

In seiner Gesamtheit sieht das Projekt den Ausbau dreier Stufen vor:

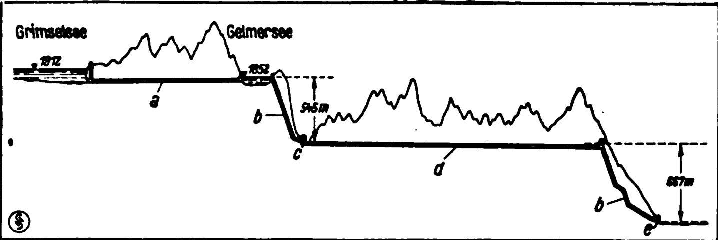
Stufe I. Grimsel—Handeck; Kraftwerk Handeck,
„ II. Handeck—Guttannen; Kraftwerk Guttannen,
„ III. Guttannen—Innertkirchen; Kraftwerk Innertkirchen.

Die wichtigsten Zahlen für diese drei in Aussicht genommenen Stufen sind in folgender kleinen Tafel zusammengestellt:

	I.	II.	III.	
Jährl. durchschnittl. Zufluß in Mill m³	240	328	410	
Ausnutzung zur Erzeugung gleichmäß. Jahresenergie in Mill m³	210	232	255	
Jahreserzeugung an Dauerenergie in Mill kWh . .	223	190	125	zus. 538
dazu nicht gleichmäßige Sommerenergie in Mill kWh				rd. 180

Zwei große Staubecken	Inhalt in Mill. m³	Stauziel in m über dem Meere
Grimselbecken	100	1912 ... 1830
Gelmerbecken	13	1852 ... 1820

Aufstau an 153 Tagen,
Absenkung an 212 Tagen (Mitte Oktober bis Mitte Mai).



a Verbindungsstollen, 5220 m lang
b Druckstollen
c Zentrale Handeck
d Zulaufstollen, 10 000 m lang
e Zentrale Innertkirchen

Abb. 1 a. Höhenplan.

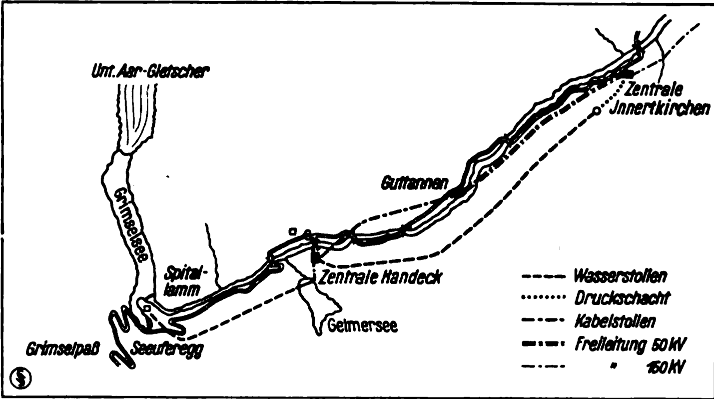


Abb. 1 b. Lageplan der Kraftwerke im Oberhasli-Tal.

Der Kostenvoranschlag sah für den Ausbau der drei Stufen folgende Summen vor:

Für Kraftwerk Handeck . .	82,5 Mill Fr	=	66,8 Mill RM
„ „ Guttannen .	29,0 „ „	=	23,5 „ „
„ „ Innertkirchen	21,0 „ „	=	17,0 „ „.

Ein Probebetrieb der ersten Staustufe, des Handeckwerkes, konnte bereits am 19. II. 1929 erfolgen; vom 17. VII. 1929 war das Werk dauernd in Betrieb und erzeugte:

bis zum Jahresschluß	1929	bereits	22,74 Mill kWh
im Jahre	1930	rd.	70,00 „ „
„ „	1931		131,20 „ „.

Durch die Höchstbelastung im Dezember 1931 war die Maschinenleistung von 4 · 30 000 PS schon zu 90 % ausgenutzt.

Für das Handeckwerk wird der Voranschlag eingehalten werden können. Über den Ausbau der beiden anderen Stufen sind die Beschlüsse einstweilen, bis zur Klärung der Wirtschaftslage, zurückgestellt.

Besonders sorgfältige Vorbereitungen erforderte das Transportproblem. Nach den Berechnungen waren für

den Bau ungefähr 180 000 t Material (Zement, Eisen, Holz, Maschinen, Lebensmittel usw.) auf die verschiedenen Baustellen zu schaffen, und zwar während 4 ... 5 kurzer Bausommer. Die einen sehr starken Touristenverkehr aufweisende Grimselstraße konnte nur wenig und nur nachts für besonders schwere Maschinenteile benutzt werden; auch mußten ihre Kehren verbessert und ihre Brücken verstärkt werden. Für die Hauptmasse der Transporte wurden geschaffen: ein Schmalspur-Verbindungsgleis Meiringen—Innertkirchen, eine Luftkabelbahn Innertkirchen—Grimsel mit Abzweig nach Gelmer und eine Standseilbahn, die von der Handeck ebenfalls bis zur Baustelle Gelmer führte. Die Luftkabelbahn ist eine Seilschwebebahn von fast 18 km Länge, die einen Höhenunterschied von 1336 m zu überwinden hat. Sie ist von der Gießerei Bern in Zusammenarbeit mit der Firma Ad. Bleichert u. Co., Leipzig, erbaut und besitzt eine mittlere Stundenleistung von 30 t.

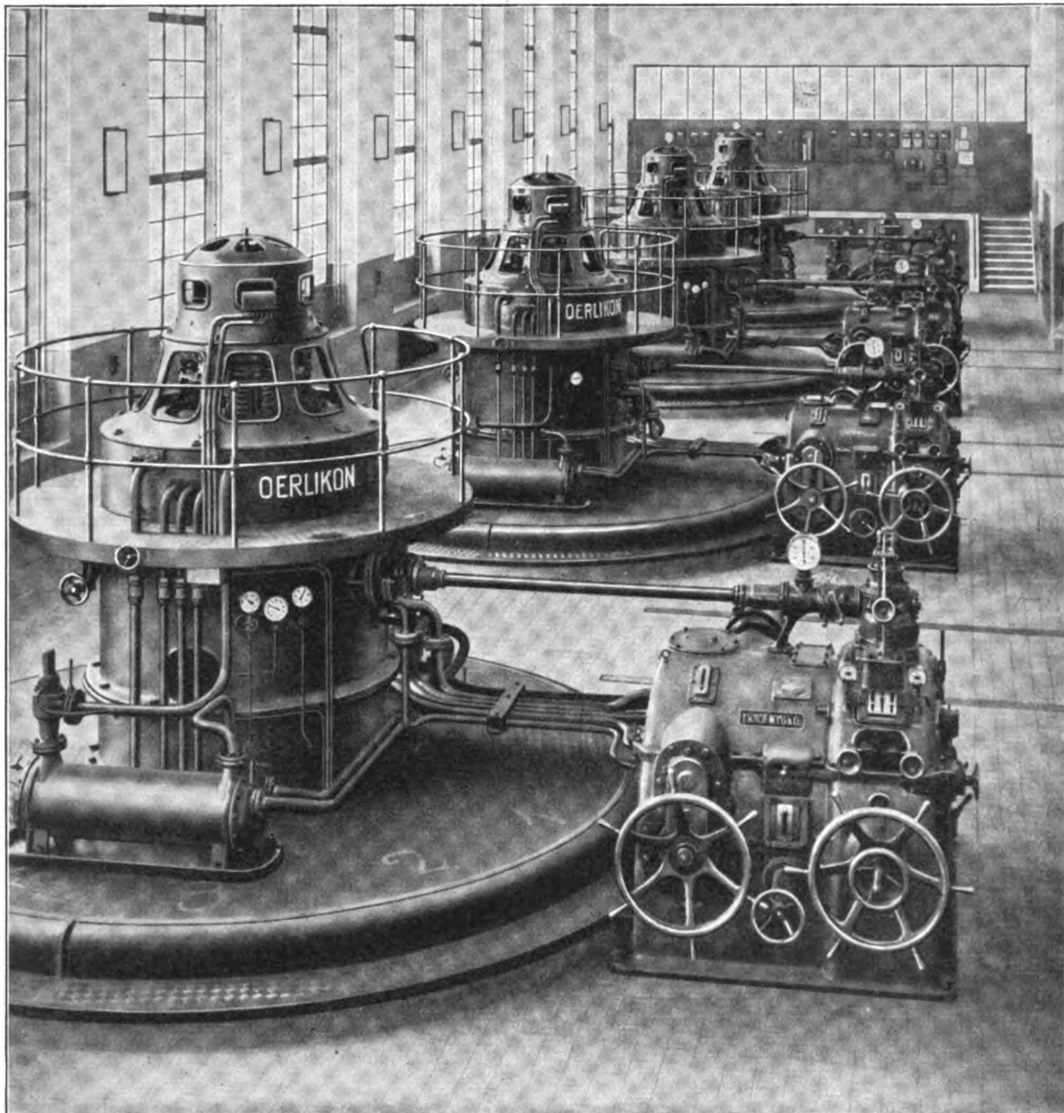


Abb. 2. Maschinensaal des Kraftwerkes Handeck. (Im Bild sind nur die oberen Teile der Gruppen sichtbar, die Generatoren selbst sind im Zwischenboden eingebaut.)

Die Standseilbahn Handeck—Gelmer hatte die besondere Aufgabe, die Baustelle Gelmer zu bedienen, die rd. 450 m über der Handeck liegt. Dort hinauf waren schwere Baumaschinen, Konstruktionseisen und insbesondere ein Teil der gewaltigen Panzerrohre zu schaffen, die für die Panzerung des Druckstollens bestimmt waren. Die Bahn beginnt nahe dem Handeck-Fall und überwindet bei 106 % maximaler Steigung (etwas über 45°) auf 1000 m Länge rd. 450 m Steigung. Sie ist eine der steilsten Bergbahnen, jedoch absolut betriebsicher gebaut und auch für Personentransporte geeignet. Sie vermag bis zu 10 t Nutzlast zu befördern. Durch kurze Stichgleise war sie oben mit der eigentlichen Baustelle, unten mit der Grimselstraße verbunden.

Die Energieversorgung der Baustellen erfolgte z. T. von Meiringen her durch eine besondere 16 kV-Drehstromleitung, z. T. durch ein eigens erstelltes Baukraftwerk Gelmer von 800 PS Leistung. Im Sommer 1927 waren an dessen Stammleitung nicht weniger als 20 Transformatorenstationen mit einer gesamten Kapazität von 5680 kVA angeschlossen.

Besondere Aufmerksamkeit mußte der Unterkunftsbeschaffung und der Arbeiterfürsorge geschenkt werden, da zeitweise 1600 Mann bei den verschiedenen Baustellen beschäftigt waren. Auf der Hauptbaustelle Grimsel wurde ein Logierhaus für 600 Mann erstellt und mit elektrischer Heizung und Beleuchtung, mit Sanitätszimmer, Duschen, Trockenräumen usw. eingerichtet. Ein ähnlicher Bau befand sich auf der Gelmer-Baustelle; im übrigen wurden Baracken bereitgestellt.

Von den elektrischen Einrichtungen seien noch folgende kurz erwähnt:

Infolge des im Winter unzugänglichen und lawinengefährdeten Geländes zwischen dem Kraftwerk Handeck und der Station Guttannen mußte die gesamte erzeugte Energie auf dieser Strecke durch unterirdische Kabel geführt werden. Diese wurden in einen begehbaren Stollen

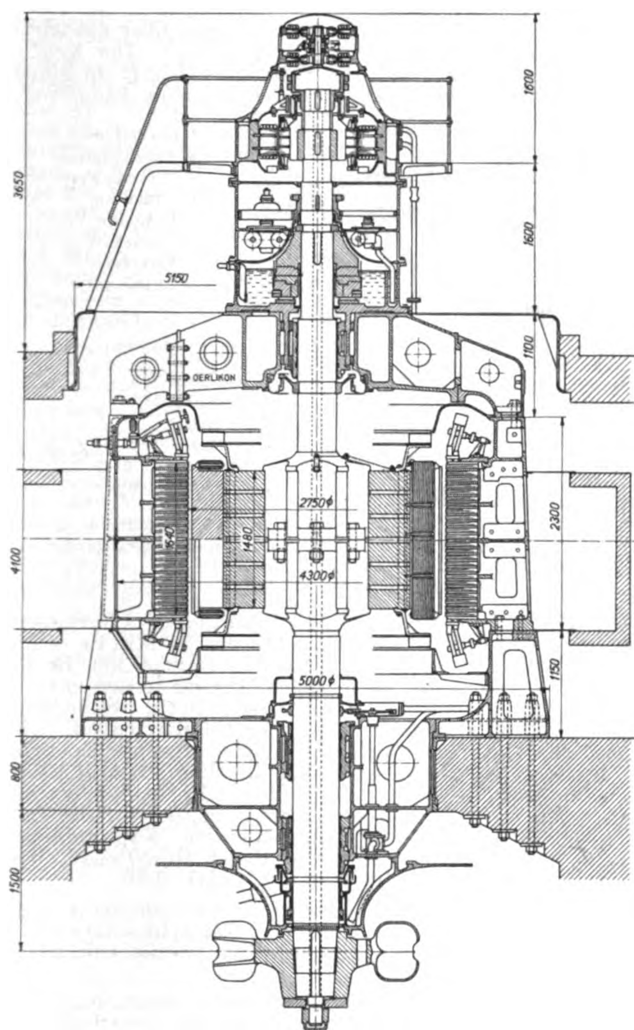


Abb. 3. Schnitt durch einen der 30 000 PS-Maschinensätze.

verlegt, der im Winter den einzigen Zugang zum Kraftwerk bildet. Abb. 4 zeigt einen Querschnitt durch diesen Kabelstollen. Die für eine Betriebspannung von 50 kV bestimmten Kabel mit direkt geerdetem Sternpunkt wurden von den Brugger Kabelwerken besonders konstruiert. Sie sind im Stollen reichlich in Sand eingebettet, die Sandeinfüllung wird durch fließendes Wasser dauernd durchfeuchtet, wodurch eine sehr günstige Wärmeableitung erreicht wird. Der in der Mitte des Stollens fließende Bach wird von Zeit zu Zeit fischtreppenartig so aufgestaut, daß das Wasser den Sand ständig durchdringen muß.

Bezgl. der sehr interessanten Einzelheiten der Konstruktionen der Kabel, Muffen und Endverschlüsse, der besonders eingehend durchgeführten Abnahmeprüfung und der Verlegungsarbeiten sei auf die ausführliche Darlegung von Ingenieur P. E. Schneeberger, Brugg, verwiesen[1]. Abb. 5 a und b geben Skizzen der Verbindungsmuffen und Endverschlüsse.

Die Kabelstrecke ist 5 km lang, an sie schließt sich eine 7 km lange Freileitungsstrecke; beide werden mit 50 kV betrieben; in einer Freiluftstation in Innertkirchen wird diese Spannung auf 150 kV erhöht.

Interessant ist auch die in Innertkirchen eingebaute Fernbedienungsanlage des Kraftwerks Handeck. Für ihre Errichtung waren folgende Gründe maßgebend: Bei der unzugänglichen Lage des Kraftwerkes bietet die Ansiedlung und Verpflegung einer größeren Anzahl von Bedienungs- und Wartungspersonal außergewöhnliche Schwierigkeiten. Man war daher bestrebt, die Personenzahl möglichst zu beschränken. Dieses erreichte man durch eine sehr einfache Ausgestaltung der Schaltanlagen, vor allem aber dadurch, daß man nur eine Belegschaft für Wartung und Überwachung der Maschinen vorsah, die Bedienung der Anlage aber, mit Ausnahme des weniger häufigen Anlassens der Maschinensätze, nicht an Ort und Stelle vornehmen läßt, vielmehr werden alle betriebswichtigen Schalt- und Regelvorgänge von der in einer Entfernung von 12 km im geschützten Tal gelegenen Zentralschaltstation Innertkirchen aus durchgeführt. Ferner erschien es im Hinblick auf den Betrieb der später auszubauenden weiteren Kraftstufen praktisch, sogleich eine Zentralschaltstelle zu schaffen. Durch Einbau einer besonderen, von Siemens & Halske AG. gelieferten Fernbedienungs-Einrichtung wurde die Anzahl der erforderlichen Leitungen auf ein Mindestmaß beschränkt. Spannung, Drehzahl und Leistung der vier Generatoren in Handeck werden von Innertkirchen aus geregelt. Bei jeder Regelung werden Wirk- und Blindleistung, Spannung und Erregerstrom ferngemessen. Weiterhin werden die Befehle „Maschine anlassen", „Abstellen" und „Synchronisieren" mittels derselben Übertragungs-Einrichtung übermittelt. Die gesamten Regelungen können außer von Innertkirchen aus jederzeit auch in Handeck von Hand vorgenommen werden.

Insgesamt dienen 9 Adern zur Durchführung sämtlicher Befehle, Regelungen und Messungen an allen vier Generatoren. Dies wird durch Einbau je eines synchronumlaufenden Verteilerarmes (Laufschalters) in Innertkirchen und Handeck ermöglicht. In dem Augenblick, da diese Verteilerarme am Geber und Empfänger über gleiche Lamellen der Verteiler-Kollektoren laufen, ist ein geschlossener Stromkreis für je eine der auszuwählenden Größen über die Fernleitung hergestellt.

Auf Einzelheiten kann hier leider nicht eingegangen werden;

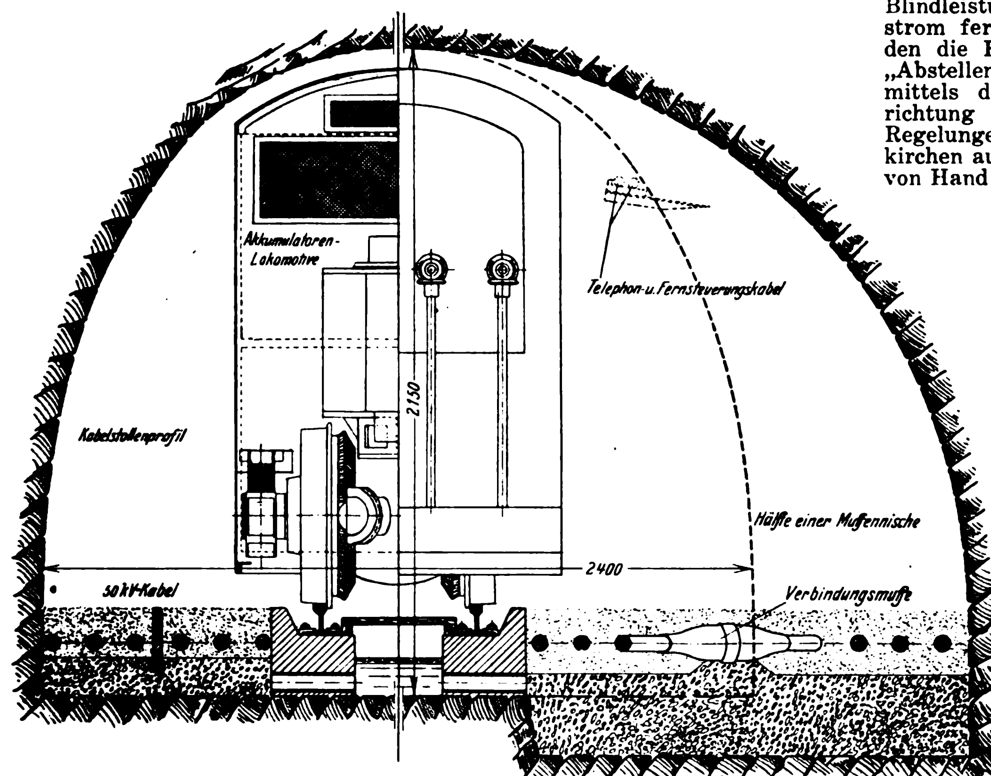
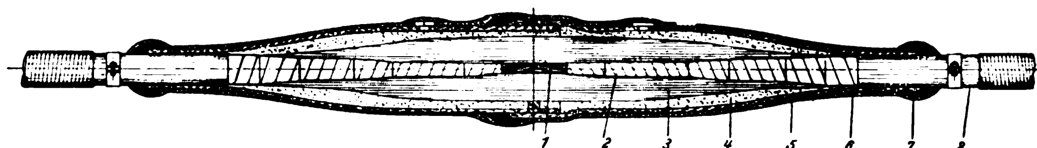


Abb. 4. Querschnitt durch den Kabelstollen.

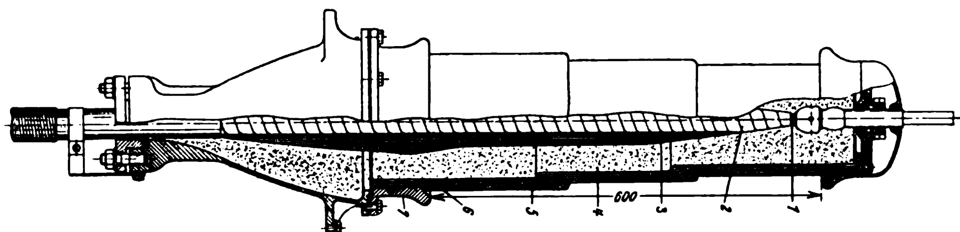
[1] P. E. Schneeberger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 20, S. 753 u. 767 (1929).

eine ausführliche Beschreibung der Fernbedienungsanlage ist in der Siemens-Zeitschrift Bd. 12, S. 85 (1932) von K. Keller gegeben. Abb. 6 zeigt das in Innertkirchen eingebaute Bedienungspult.



1 Cu-Verbinder
2 Kabelisolation
3 Wickelpapier
4 Füllmasse
5 Bleimuffe
6 Juteschutz
7 Verlötung
8 Bleimantel

Abb. 5 a. Schnitt durch eine Verbindungsmuffe.



1 Cu-Leiter
2 Kabelisolation
3 Wickelkonus
4 Füllmasse
5 Hartpapierisolator
6 Glimmschutz nach Imho
7 Aluminiumgesimse

Abb. 5 b. Schnitt durch einen Kabelendverschluß.

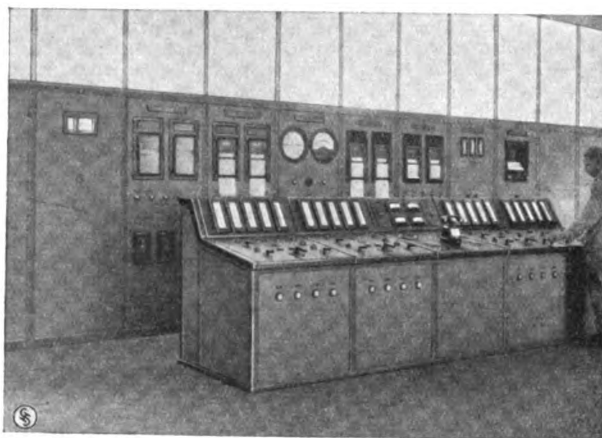


Abb. 6. Bedienungspult in Innertkirchen.

Zum Schluß noch einige Bemerkungen über die wirtschaftliche Organisation des Unternehmens. Die Kraftwerke Oberhasli AG. ist eine Aktiengesellschaft im Sinne des schweizerischen Obligationenrechtes ohne irgendwelchen öffentlich-rechtlichen oder staatlichen Charakter. Das voll eingezahlte Aktienkapital von 36 Mill Fr = rd. 30 Mill RM liegt zu zwei Dritteln in Händen der Bernschen Kraftwerke und zu je einem Sechstel in denjenigen des Kantons Basel-Stadt und der Stadt Bern, welche sich 1928 bzw. 1930 an dem Unternehmen beteiligt haben. Die Gesellschaft gibt die in ihren Anlagen erzeugte Energie — aus Kraftwerk Handeck allein jährlich 223 Mill kWh Konstantkraft — in Innertkirchen an ihre Aktionäre ab und erhält dafür von diesen einen Preis, der ihr die Bestreitung ihrer sämtlichen Unkosten einschl. Kapitaldienst gestattet. Das Obligationenkapital der Gesellschaft beläuft sich z. Z. auf 43 Mill Fr = rd. 35 Mill RM.

Nach dem soeben erschienenen Jahresberichte des Elektrizitätswerkes Basel hat dieses Werk im Jahre 1931 bereits 23,873 Mill kWh von der Kraftwerke Oberhasli AG. bezogen.

Die drei Aktionäre dürfen heute mit Genugtuung feststellen, daß durch ihren Unternehmungsmut im Oberhasli ein Kulturwerk geschaffen worden ist, das dem Techniker zur Ehre und der Volkswirtschaft zum Wohle gereicht.

Verluste in technischen Isolierstoffen*.

(Mitteilung aus dem Starkstrom-Laboratorium des AEG-Kabelwerks Oberspree.)

Von Dr.-Ing. **E.** Kirch, Berlin.

(*Fortsetzung von S. 932.*)

Wir wollen nunmehr nachprüfen, wann die eine oder andere der oben angegebenen Ersatzschaltungen den physikalischen Vorgang in einem Dielektrikum treffend kennzeichnet. Beginnen wir mit der Serienschaltung, die wir oben behandelt haben. Diese Serienschaltung gibt nur dann das richtige Ersatzbild, wenn ein zusammengesetztes Dielektrikum nicht aus zwei Isolierstoffen im wahren Sinne besteht, sondern aus einem hochwertigen und einem extrem schlechten. Der schlechte Isolierstoff muß so minderwertig sein, daß sein kapazitiver Widerstand sehr groß im Vergleich zu seinem Wirkwiderstand ist. Es ist mir kein Fall in meiner Praxis begegnet, für den eine reine Serienschaltung von C und R das treffende Ersatzbild dargestellt hätte. Die Parallelschaltung einer Kapazität und eines — allerdings nicht konstanten — Widerstandes jedoch ist das physikalisch richtige Ersatzbild für ein verunreinigtes dipolfreies Dielektrikum, gleichgültig, ob eine geringe oder beträchtliche Menge von Verunreinigungen im elektrochemischen Sinne (dissoziierten Bestandteilen) hierin enthalten ist. Eine Reihe von Untersuchungen möge das Gesagte erläutern.

An erster Stelle sei ein Rüböl betrachtet. Es ist hier zunächst untersucht in der Verfassung, in der es — nicht für die Verwendung zu Isolierzwecken — im Handel erhältlich ist (Abb. 4, Kurve *a*). Der Absolutwert der Verluste ist sehr hoch und außerdem der Anstieg mit der Temperatur beträchtlich. Es sei nebenbei bemerkt, daß der Anstieg weit steiler ist als der Änderung der Viskosität entspricht. Die Kurve *b* zeigt die Verlustwinkelkurve für das gleiche Öl, nachdem es einem primitiven Reinigungsverfahren unterzogen wurde. Der Erfolg zeigt sich

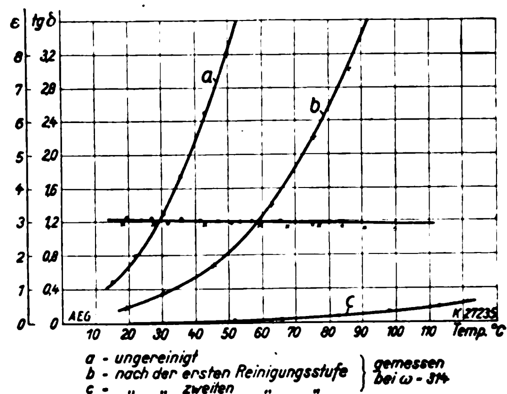


Abb. 4. Fehlwinkel (tg δ) und Diel.-Konstante (ε) von Rüböl.

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 26. III. 1931. Die Besprechung folgt in einem der nächsten Hefte.

in einem weit geringeren Verlustwinkel. Schließlich ist das Öl einer zweiten gründlicheren Reinigung unterworfen worden, so daß der Fehlwinkel auf relativ sehr niedrige Werte herabgedrückt wird. Sie sehen übrigens hieraus — was ich ebenfalls nur nebenbei bemerken möchte —, daß man auch aus an sich schlechten Materialien durch entsprechende Behandlung recht gute Dielektrika machen kann. Die wahre Dielektrizitätskonstante ist, wie die Punkte, Kreise und Kreuze zeigen, die praktisch alle auf der gleichen Linie liegen, unabhängig von der Höhe des Verlustwertes und damit also unabhängig von der Menge der Verunreinigungen, wenn man für die Berechnung der Dielektrizitätskonstante aus den Brückendaten die Parallelschaltung von Kapazität und Widerstand als richtig unterstellt.

Das gleiche, was für das vorhin untersuchte Material gilt, trifft auch für ein untersuchtes Leinöl zu und ebenso für die Versuchsresultate, die an einem Mohnöl gewonnen wurden. Auch hier erkennt man die völlige Unabhängigkeit der wahren Dielektrizitätskonstante von dem Reinheitsgrad.

Daß die wahre Dielektrizitätskonstante unabhängig von den Verunreinigungen des Dielektrikums sein muß, ist ja eigentlich eine Selbstverständlichkeit, da von Verunreinigungen in der Definitionsgleichung, mit der wir uns ebenso wie mit ihrem Abfall in Funktion der Temperatur später befassen werden, nicht die Rede ist.

Man findet in der Literatur häufig unverständlich hohe „Dielektrizitätskonstanten" angegeben. Dies kann verschiedene Gründe haben. Sind für minderwertige flüssige Dielektrika, wie ich sie eben zeigte, sehr hohe Dielektrizitätskonstanten mitgeteilt, so liegt das meist daran, daß die Autoren es verabsäumt haben, die exakte Brückengleichung für die Ermittlung der wahren Dielektrizitätskonstante anzuwenden. Wie groß der Fehler sein kann, möge ein Beispiel zeigen: Hat ein Dielektrikum einen Fehlwinkel von $\operatorname{tg}\delta = 2$, so ergibt sich bei Anwendung der vereinfachten Brückengleichung für die Berechnung der Dielektrizitätskonstante aus einer in der Schering-Brücke durchgeführten Messung eine scheinbare Dielektrizitätskonstante, die 5mal so hoch ist wie der tatsächliche Wert! Hohe scheinbare Dielektrizitätskonstanten können weiterhin auch dann gemessen werden, wenn es sich um solche Materialien handelt, die nicht vollständig aus wirklichen Isolierstoffen bestehen, sondern mit Rücksicht auf die Erzielung gewisser anderer Eigenschaften zum großen Teil aus Stoffen mit erheblicher Leitfähigkeit hergestellt sind. Dies können beispielsweise solche Preßmaterialien sein, die im wesentlichen aus Asbestfasern (welche ja bekanntlich eine große Menge Wasser enthalten) und nur zu einem geringen Teil aus einem wirklichen Isolierstoff bestehen, der in diesem Falle die Funktion eines Bindemittels hat und entweder ein Bitumen, ein Kunstharz oder Naturharz sein kann. Aber auch hier ist die Erklärung dafür, daß wir so hohe fiktive Dielektrizitätskonstanten messen, nicht schwierig: Wir haben es eben mit einer Kombination eines gut leitenden Materials mit einem wirklichen Isoliermaterial im Wagnerschen Sinne (siehe unten) zu tun. Wenn wir in solchen Fällen approximativ im Verhältnis der Menge des isolierenden Materials zur Gesamtmaterialmenge umrechnen, so kommen wir meist bereits zu weitaus plausibleren Werten. Wenn das jedoch auch dann noch nicht der Fall ist, so liegt es eben daran, daß wir es, wie zu erwarten, nicht mit einer reinen Hintereinanderschaltung zu tun haben.

Nunmehr seien einige prinzipielle Feststellungen zum Zweischichten-Kondensator gemacht, speziell zum Wagner-Verlustmaximum, und diese durch einen Versuch erläutert: Ein Wagner-Verlustmaximum tritt nur dann auf, wenn bei einer der beiden Schichten der Wirkwiderstand von gleicher Größenordnung ist wie der Blindwiderstand, d. h. also, wenn diese Schicht kein Isolator im wahren Sinne mehr ist, sondern bestenfalls ein Halbleiter. Man kann daher ein Mischdielektrikum, bei dem bereits im Bereich niedriger Temperaturen oder auch bei höheren Temperaturen, wie sie u. U. im Betrieb erreicht werden, ein Wagner-Maximum auftritt, keineswegs als hochwertig ansprechen. Ich möchte hier einflechten, daß es in diesem Sinne vielleicht ganz zweckmäßig wäre, das Wagner-Maximum direkt als Kriterium für die Güte eines kombinierten Dielektrikums heranzuziehen. Einen Fall, wo wir es offenbar mit einem Wagner-Maximum zu tun haben, zeigt Abb. 5. Hier ist ein Dielektrikum untersucht, dem eine mehr oder minder dicke Luftschicht vorgeschaltet ist. Wir haben es also mit einer Anordnung zu tun, bei welcher die eine Komponente eine endliche (und, wie ersichtlich, recht beträchtliche) Leitfähigkeit hat, während die andere die Leitfähigkeit 0 besitzt. Der Verlauf des Fehlwinkels und der Dielektrizitätskonstante des Isoliermaterials allein sind in Funktion der Temperatur aufgetragen und durch den Buchstaben A gekennzeichnet. Für die Fehlwinkel bzw. die Kapazität und deren Änderung ergeben sich bei den kombinierten Anordnungen die Kurven a, b und c. Hier findet man all das wieder, was oben theoretisch ausgeführt wurde. So stellt man fest, daß das Verlustmaximum erst dann auftritt, wenn der $\operatorname{tg}\delta$ des verlustbehafteten Anteiles die Größenordnung 1 ... 2 hat, d. h. also, wenn er ganz erheblich ist. Auch die Dielektrizitätskonstante zeigt die Änderung, die wir auf Grund unserer obigen Betrachtungen erwarten müssen. Daß diese Änderungen hier z. T. nicht sehr ausgeprägt sind und daß ihr Verlauf überdies gegenüber dem theoretischen Verlauf etwas verändert ist, liegt daran, daß die Dielektrizitätskonstante des hier verwendeten festen Dielektrikums nicht konstant ist, wie in der Rechnung vorausgesetzt war, sondern mit steigender Temperatur relativ stark abfällt. Wie dieser Abfall bei dem vorliegenden Material zu erklären ist, wird ebenfalls später erörtert.

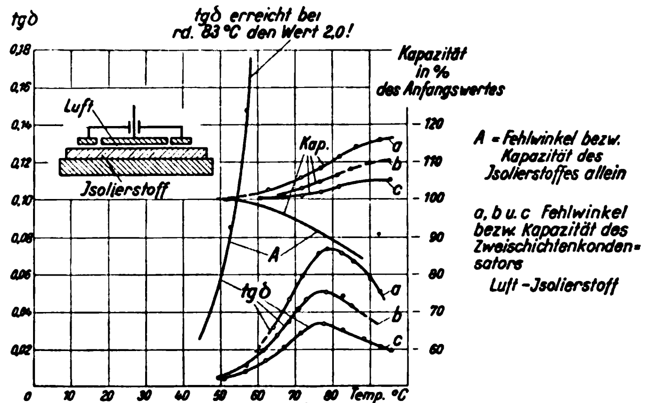


Abb. 5. Wagner-Verlustmaxima bei Hintereinanderschaltung eines Isolierstoffes mit Luft.

Wir wollen nunmehr kurz die Resultate einer grundsätzlich anderen Betrachtungsweise diskutieren, die von Debye zur Erklärung der dielektrischen Verluste und des Verlaufes der Dielektrizitätskonstante als Funktion der Temperatur und Frequenz angestellt wurde. Es ist zweckmäßig, wenn wir diesen Betrachtungen eine über das Verhalten von dipolfreien Dielektriken hinsichtlich der Höhe und des Verlaufes der Dielektrizitätskonstante voranschicken. Die Dielektrizitätskonstante (ε) ist in diesen Fällen definiert durch den Grundbetrag 1, der dem leeren Raum entspricht, und einen Zusatzbetrag, der proportional der Anzahl (n) und Polarisierbarkeit (α) der Moleküle ist. Demgemäß gilt also für die Dielektrizitätskonstante die Formel $\varepsilon = 1 + K\,n\,\alpha$. Diese Beziehung gilt eigentlich nur für Gase und auch hier nur angenähert. Die Clausius-Mossottische Formel, die ebenfalls streng nur für Gase gilt, hat in Wirklichkeit eine etwas kompliziertere Form, nämlich:

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{4\pi}{3}\,n\,\alpha.$$

Die Verhältnisse seien mit Rücksicht auf Durchsichtigkeit jedoch nur an Hand der einfachen Formel diskutiert. Diese Formel besagt also, daß die Dielektrizitätskonstante um so größer ist, je größer die Polarisierbarkeit eines Moleküls (α) ist und außerdem, daß sie der Anzahl der Moleküle proportional ist. Insbesondere aus der Verschiedenheit der Polarisierbarkeit der einzelnen Isolierstoffe erklärt sich die Verschiedenheit ihrer Dielektrizitätskonstanten. Aus der Abhängigkeit von der Anzahl der Moleküle ergibt sich weiterhin der bekannte schwache Abfall der Dielektrizitätskonstante bei steigender Temperatur entsprechend der Ausdehnung des Materials, also der Verminderung der Anzahl Moleküle in der Volumeneinheit, wie wir es vorhin bei der Besprechung der Versuchsresultate an verschiedenen Ölen bereits gesehen haben.

Bei der Untersuchung gasförmiger und flüssiger Dielektrika hat sich nun herausgestellt, daß sich die Dielektrizitätskonstante in manchen Temperaturbereichen zwar im gleichen Sinn, jedoch weit steiler ändert. So hat man nachgewiesen, daß beispielsweise für Stickstoff

und Kohlendioxyd ε nach dem Clausius-Mossottischen Gesetz verläuft, während für Ammoniak der Abfall wesentlich steiler war. In solchen Fällen kann also die einfache Clausius-Mossottische Beziehung keine ausreichende Erklärung mehr geben. Hier griff Debye mit seiner Hypothese ein, daß es Moleküle gibt, die ein dauerndes elektrisches Moment besitzen im Gegensatz zu solchen Molekülen, in denen das elektrische Moment erst durch die Elektrisierung gemäß der Polarisationskonstante (α) hervorgerufen wird. Solche Molekeln nennt man polare Molekeln, und es wird angenommen, daß sich die Änderungen, die diese Molekeln bringen, den Änderungen, die sich durch die Clausius-Mossottische Beziehung ergeben, überlagern. Nach Debye befinden sich die polaren Molekeln in idealer Unordnung. Nach außen hin macht sich also zunächst, wenn kein Feld an einem solchen Dielektrikum liegt, die Tatsache, daß polare Molekeln vorhanden sind, nicht bemerkbar. Wird jedoch ein Feld angelegt, so stellen sich diese Molekeln in Feldrichtung ein, und es ist augenscheinlich, daß hieraus eine zusätzliche Polarisation, d. h. eine Zunahme der Dielektrizitätskonstante des Dielektrikums resultieren muß. Diesem Ausrichten der Molekeln arbeitet ihre Wärmebewegung entgegen, die naturgemäß um so heftiger wird, je höher die Temperatur ist. Aus diesem Grunde ist von vornherein zu erwarten, daß in Dielektriken mit polaren Molekeln ein Abfall der Dielektrizitätskonstante mit steigender Temperatur zu erwarten ist. Bei jeder Temperatur ist der resultierende Zustand ein Kompromiß zwischen der störenden Wärmebewegung und der orientierenden Wirkung des Feldes. Hinsichtlich Einzelheiten der Theorie muß auf die einschlägige Literatur verwiesen werden. Hier sei nur kurz das Resultat mitgeteilt, zu dem Debye gelangt. Hiernach lautet die erweiterte Clausius-Mossottische Beziehung:

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{4\pi}{3}\, n \left(\alpha + \frac{\mu^2}{3\,kT}\right).$$

Gegenüber früher kommt also zur Dielektrizitätskonstante ein Betrag hinzu, der proportional dem Quadrat des permanenten Moments eines Moleküls (μ) ist, umgekehrt proportional einer Konstanten k (der Boltzmann-Konstante) und der absoluten Temperatur (T). Das Moment μ selbst ist proportional der Elektronenladung und der Größe des Moleküldurchmessers. Prinzipiell ist noch zu bemerken, daß als polare Molekeln, wie es ohne weiteres begreiflich ist, nur unsymmetrische Molekeln in Frage kommen, da bei symmetrischen ja kein Grund vorhanden ist, daß, wie Carpenter[1] sehr treffend sagt, „positive und negative Enden“ auftreten.

Es sind von vielen Seiten eine große Anzahl einfacher, chemisch definierter Stoffe untersucht worden, und alle Resultate stehen in bester Übereinstimmung mit der Debye-Theorie. Weit geringer ist die Anzahl von Untersuchungen an technischen Dielektrika, wohl nicht zuletzt deshalb, weil von einer Reihe technischer Isolierstoffe, beispielsweise von dem Harz, der Molekülaufbau noch nicht genau bekannt ist, so daß es unmöglich ist, einen exakten Vergleich der Meßresultate mit der Theorie anzustellen. Insofern sind solche Untersuchungen also eine undankbare Arbeit, und vielleicht ist das der Grund, weshalb es so lange dauerte, bis wirklich umfassende Studien auf dem Gebiet der technischen Isolierstoffe angestellt wurden. Die erste gründliche experimentelle Untersuchung verdanken wir Kitchin[3]. Als ich diese Arbeit las, hatte in den Eindruck, daß sie einen Wendepunkt in unserer Angelegenheit darstelle. Um so mehr war ich erstaunt, daß sie in einem neuerdings erschienenen Buch nicht die rechte Würdigung gefunden hat. Man geht hier sogar so weit, zu bezweifeln, daß für die Resultate Kitchins der Debyesche Mechanismus als Erklärung herangezogen werden könne. Beweise hierfür bleibt man allerdings schuldig. Die Untersuchungen, die durchgeführt wurden, scheinen mir nicht stichhaltig, das Gegenteil der Auffassung Kitchins zu beweisen.

Es wurde bereits oben bemerkt, daß eine Reihe einfacher Dipolstoffe von bekannter Struktur untersucht worden ist. Man hat bei diesen Stoffen, die einen definierten Schmelzpunkt hatten, festgestellt, daß die Dielektrizitätskonstante im festen Zustand größenordnungsmäßig geringer ist als im flüssigen Zustand. So sind beispielsweise Wasser, Methylalkohol und andere Stoffe gemessen worden, die im festen bzw. flüssigen Zustand Dielektrizitätskonstanten von etwa 2,8 bzw. 81 und 3,07 bzw. 60 aufweisen. Die Erklärung hierfür liegt auf der Hand. Durch die Tatsache, daß im gefrorenen Zustand die Ausrichtung der Molekeln unmöglich ist, kommt die durch diese Ausrichtung gegebene Erhöhung in Fortfall. Bei diesen Stoffen geschieht die Änderung entsprechend dem wohl definierten Schmelzpunkt naturgemäß ganz schroff. Hierin unterscheiden sich die technischen Dielektrika, die keinen definierten Schmelzpunkt haben, sondern bei Abkühlung eine stetig wachsende Viskosität besitzen, begreiflicherweise sehr ausgesprochen von den oben genannten Stoffen. Der Anteil der Dielektrizitätskonstante, welcher der Wirkung der permanent polaren Molekeln entspricht, kann natürlich nicht zur Wirkung kommen, solange die Viskosität extrem hoch ist. Eine solche extrem hohe Viskosität liegt beispielsweise bei Harzen im Bereich unterhalb von 20 °C vor. Auch wenn wir die Erhöhung der Dielektrizitätskonstante bei Harzen als Folge der Gegenwart permanenter Dipolmolekeln ansehen, so dürfen wir also von vornherein nicht mit einer Erhöhung dieser Art in dem genannten Temperaturbereich rechnen. Da die Viskosität des Harzes sich jedoch rapide vermindert, derart, daß man es bei 50 ° bereits als gut knetbar bezeichnen kann, müssen wir erwarten, daß sich eine solche Erhöhung der Dielektrizitätskonstante mit steigender Temperatur in wachsendem Maß zeigen muß. Es ist weiterhin damit zu rechnen, daß entsprechend der früher angegebenen Formel das Dipolglied der Dielektrizitätskonstante bei weiterer Steigerung der Temperatur zufolge der erhöhten Wärmebewegung, die der Richtwirkung entgegenwirkt, absinken muß. Zwischendurch wird das Maximum überschritten; es liegt offenbar bei der Temperatur, bei welcher die Ausrichtung der Moleküle bereits derart erleichtert ist, daß dieser Effekt die störende Wirkung der Wärmebewegung bei weitem übersteigt. Wir müssen also — um zusammenzufassen — hinsichtlich der Dielektrizitätskonstante als Funktion der Temperatur bei Dipol-Isolierstoffen erwarten, daß bei Materialien mit stetig veränderlicher Viskosität zunächst ein Anstieg und dann nach einem mehr oder minder flachen Maximum ein Wiederabfallen eintritt.

Das Gesagte gilt für Gleichstrom. Wir haben eine Reihe von Harzen untersucht und dabei festgestellt, daß ein solcher Verlauf der Dielektrizitätskonstante hierbei vorliegt. Der Abfall nach Erreichen des Maximums ist je nach den Umständen mehr oder weniger stark ausgeprägt.

Nunmehr soll das Verhalten der Dipoldielektrika bei Wechselstrom, und zwar zunächst die Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstante von der Frequenz behandelt werden. Nehmen wir einmal eine Periodenzahl von 50 Hz an, so bedeutet dies, daß bei jeder Periode die Spannung einmal ihr Vorzeichen ändert, so daß sie also während der Zeit von einer hundertstel Sekunde mit dem einen und während einer gleich langen Zeit mit dem anderen Vorzeichen wirksam ist. Da die Moleküle eine endliche und bei hoher Viskosität recht beträchtliche Zeit brauchen, um sich in Feldrichtung einzuspielen, so ist ohne weiteres verständlich, daß während dieser hundertstel Sekunde die Ausrichtung noch nicht so weit gediehen sein kann wie während einer längeren Zeit. Infolgedessen wird also bei 50 Hz unter der Voraussetzung einer bestimmten Temperatur (Viskosität) die Dielektrizitätskonstante kleiner sein als bei der Gleichspannung und aus dem gleichen Grunde bei noch höherer Periodenzahl noch kleiner, um schließlich bei sehr hoher Periodenzahl, bei der das Molekül infolge seiner Trägheit praktisch nicht mehr folgen kann, wiederum den Wert zu erreichen, der dem Zustand entspricht, wo die Dipolmolekeln eingefroren waren und sich deshalb nicht bemerkbar machen konnten.

Es ist augenscheinlich, daß die Trägheit der Dipole um so größer ist, je größer die Viskosität der Flüssigkeit ist, und außerdem ist es natürlich, daß ein Dipol für seine Ausrichtung in einer Flüssigkeit von bestimmter Viskosität eine um so größere Arbeit erfordert, je größer er ist. Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen hat Debye außer den Änderungen der Dielektrizitätskonstante, wie wir sie schon betrachtet haben, auch die Größe der Verluste zufolge der Bewegung der Dipolmolekeln berechnet. Betrachten wir zunächst einmal kurz, was sich bei konstanter Periodenzahl und steigender Temperatur, d. h. fallender Viskosität eines Dipolstoffes hinsichtlich der Verluste bzw. des Verlustfaktors ereignen muß. Ist die Temperatur sehr niedrig, also die Viskosität sehr hoch, so können sich die Dipole kaum bewegen. Die Reibungsverluste sind also trotz hoher spezifischer Reibung (Viskosität) verschwindend, eben weil die Bewegung verschwindend ist. Ein Maximum der Verluste ist offenbar dann zu erwarten, wenn das Produkt aus der Drehung (Weg) des Dipols

[1] Carpenter, World Power Bd. 14 II, S. 391 (1930).
[3] Kitchin, Vortrag zur Winter Convention des Amer. Inst. electr. Engr., New York 1929.

und der Reibung (Kraft) ein Maximum ist. Wird das Material schließlich bei hoher Temperatur sehr dünnflüssig, so können sich die Dipole zwar sehr leicht drehen, finden jedoch bei ihrer Drehung einen geringeren Widerstand, so daß das Produkt Kraft mal Weg aus diesem Grunde wieder sehr gering wird. Die Frequenz, bei der das Verlustmaximum auftritt, nennt Debye die kritische Frequenz. Sie ist nach ihm dargestellt durch die Formel

$$f_0 = \frac{k\,T}{4\,\pi\,\eta\,a^3}.$$

Hiernach muß also das Maximum bei einer um so niedrigeren Frequenz liegen, je größer Viskosität (η) und Molekülradius (a) sind. Außerdem ist es dem Zähler gemäß neben der Boltzmann-Konstante k abhängig von der absoluten Temperatur (T). Untersucht man zwei Dipoldielektrika vergleichend, von denen bei gleicher Temperatur das eine eine höhere Viskosität besitzt als das andere, so muß man gemäß obiger Formel erwarten, daß bei gegebener Frequenz das Verlustmaximum bei dem dickflüssigen Dielektrikum erst bei einer höheren Temperatur T_2 auftritt, und zwar etwa bei der Temperatur, bei welcher die Viskosität dieses dickflüssigeren Isolierstoffes gleich ist derjenigen des dünnflüssigeren bei dessen kritischer Temperatur T_1. Wir können die obige Formel auch so interpretieren, daß wir die beiden Dielektrika bei konstanter Temperatur betrachten. Wir nehmen hierbei einmal an, daß bei dieser Temperatur die Viskosität des dickflüssigeren Isolierstoffes 10mal so groß sei wie die des dünnflüssigeren Isolierstoffes. Dann ergibt sich aus der Formel, daß bei dieser Viskosität die kritische Frequenz 10mal höher liegt, d. h. mit anderen Worten, wenn bei einer bestimmten Temperatur bei dem dickflüssigeren Dielektrikum das Verlustmaximum bei einer bestimmten Periodenzahl, beispielsweise 50 Hz, auftritt, so tritt es bei dem dünnflüssigeren Dipoldielektrikum bei 500 Hz auf. Hätten sich die Viskositäten wie 1 : 100 usw. verhalten, so würden auch die kritischen Frequenzen in diesem Verhältnis zueinander gestanden haben. Bei einfachen Stoffen, von denen der Molekülaufbau und damit der Molekülradius bekannt ist, sind die Debye-Formeln für die Verluste durch das Experiment bestätigt. Wie früher bereits bemerkt, bereitet die exakte Bestätigung bei technischen Dielektriken aus den ebenfalls früher angegebenen Gründen große Schwierigkeiten. Immerhin geben uns Untersuchungen, die über einen weiten Frequenzenbereich durchgeführt wurden, doch eine Reihe von Anhaltspunkten dafür, daß auch hier die Debye-Theorie wohl in den meisten Fällen die richtige Erklärung für das Auftreten von Verlustmaxima gibt. Es soll hiermit nicht gesagt sein, daß sie in der oben angegebenen einfachen Form auch auf alle technischen Dielektrika anwendbar ist, sondern nur so viel, daß es sich — ganz allgemein gesprochen — aller Wahrscheinlichkeit nach um einen Viskositätseffekt und **nicht** um einen Verunreinigungseffekt handelt. Man kommt übrigens zu dem gleichen Schluß, wenn man so vorgeht, daß man für einen bestimmten Fall einmal die Wagnersche Theorie als richtig unterstellt und dann nachprüft, welche Menge von Verunreinigungen in einem Dielektrikum bzw. in einem Bestandteile desselben vorhanden sein müßten, damit Fehlwinkeländerungen von der Größenordnung 0,05 ... 0,1 eintreten können, und die Konsequenzen betrachtet, die sich aus der Gegenwart einer so riesigen Menge von Verunreinigungen für die Leitverluste bei hohen Temperaturen ergäben. Einzelheiten hierüber möchte ich bei der Wiedergabe der nachstehend aufgezeichneten Untersuchungsergebnisse mitteilen. *(Schluß folgt.)*

Die Verbesserung des Stabstromwandlers für kleine Primärströme.

Von **W. Reiche**, Dresden.

Übersicht. D— Stabstromwandler kann durch günstige Bemessung vo— Kern und Wicklung, durch Verwendung hochpermeabl— Eisens und durch Anwendung von Kunstschaltungen so weit verbessert werden, daß er selbst für Primärströme unter 100 A noch die Bedingungen für beglaubigungsfähige Wandler einhält.

Es soll im folgenden über eine Reihe von Untersuchungen berichtet werden, die sich mit der Verbesserung des Stabstromwandlers bei kleinen Primärströmen befaßten. Insbesondere sollen einige der besonders günstigen Verbesserungsmaßnahmen durch eine Gegenüberstellung von Versuchsergebnissen miteinander verglichen werden.

Die Untersuchungen sind an Stabwandlern der Reihe 20 mit ringförmigen Eisenkernen durchgeführt worden. Die Ergebnisse dürfen indessen auf Stromwandler jeder Bauart übertragen werden. Von allen Variationen des untersuchten Modelles fanden nur diejenigen Berücksichtigung, welche eine Sekundärleistung von 15 VA innerhalb der von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt erlassenen Bestimmungen für die Beglaubigung von Meßwandlern abzugeben vermochten. Die Wahl einer solchen einheitlichen Vergleichsgrundlage hat ihren besonderen Grund. Man findet in der Literatur gelegentlich Angaben über Stromwandler mit unwahrscheinlich kleinen Fehlern. Bei näherem Zusehen ergibt sich vielfach, daß die mitgeteilten Werte nur für einen gewissen ausgewählten Belastungsfall gelten. Über den Einfluß einer Änderung der Bürde auf die Fehlergröße wird häufig nichts gesagt. Dadurch wird die Beurteilung der geschilderten Bauart erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht. Die Erfüllung begrenzender Vorschriften aber, wie sie beispielsweise die PTR. erlassen hat, gestattet einen erschöpfenden und gerechten Vergleich.

Die Eisenkerne waren aus einzelnen gestanzten, ringförmigen Blechen von 0,35 mm Stärke und einseitiger Papierbeklebung aufgebaut. Als Werkstoffe standen hochlegiertes Transformatorenblech und eine Nickel-Eisen-Mangan-Legierung zur Verfügung. In Vorversuchen waren die magnetischen Eigenschaften der Eisensorten durch Ausmessung fertiger Stromwandlerkerne nach Kompensationsmethoden ermittelt worden[1]. Wegen der Verwendung gleicher Kerne sowohl für die Eisenuntersuchung als auch für den Betrieb als Stromwandler konnten die gefundenen Kennzeichen des Eisens ohne Korrektur zur Berechnung der Stromwandlereigenschaften dienen. Man muß bedenken, daß in breiten Ringkernen die Induktion und die Feldstärke von innen nach außen ziemlich stark, aber in ungleicher Weise abnehmen[2]. Anderseits ist es aber am bequemsten, die Verlustwerte auf eine mittlere Induktion zu beziehen. Hätte zur Untersuchung des Eisens ein schmaler Ring von großem Durchmesser Verwendung gefunden, der eine nahezu gleichförmige Induktion aufweist, so wäre zur Übertragung der gewonnenen Werte auf die vorliegenden Stromwandlerkerne eine jeweilige Umrechnung erforderlich gewesen.

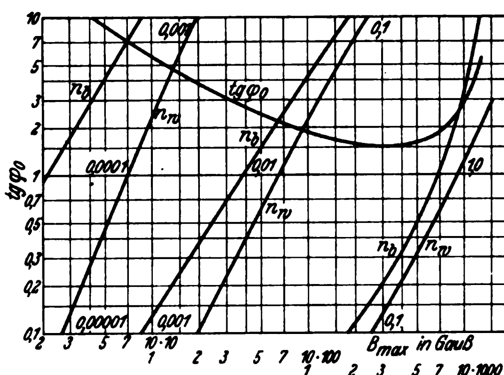


Abb. 1. Blindverbrauch n_b in VA/kg, Wirkverbrauch n_w in W/kg und $\text{tg}\,\varphi_0 = n_b/n_w$ in ringförmigen Probekörpern aus hochlegiertem Transformatorenblech von 0,35 mm Stärke.

Die Meßergebnisse gehen aus Abb. 1 und 2 hervor. In einem doppelt-logarithmischen Koordinatensystem sind die Blindverluste n_b in VA/kg und die Wirkverluste n_w in W/kg als Funktion der durchschnittlichen Induktion

[1] Ich verdanke die meisten Meßwerte der eifrigen Mitarbeit der Herren Günther und Dipl.-Ing. Nölke.

[2] F. Niethammer, Die ungleichmäßige Feld- und Induktionsverteilung in ringförmigen Probestücken, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 34, S. 161 (1916).

aufgetragen[3]. Außerdem enthalten die Abbildungen noch die Werte für $\operatorname{tg}\varphi_0 = n_b/n_w$. Einen Vergleich der Eigenschaften beider Eisensorten durch Gegenüberstellung der weiterhin berechneten Permeabilitätswerte bringt Abb. 3. Man erkennt, daß sich die untersuchte Nickeleisenlegierung bis zu 8½ mal leichter magnetisieren läßt als das vorliegende Transformatorenblech, daß aber diese Überlegenheit für Induktionen über etwa 4600 Gauß verloren geht.

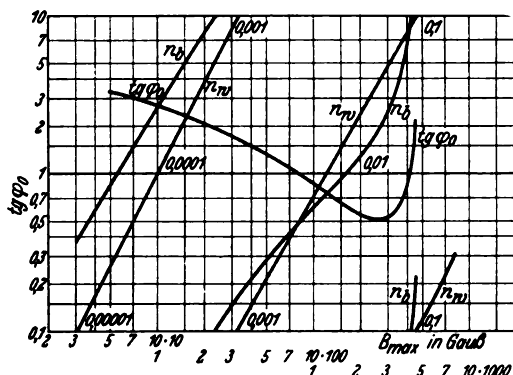


Abb. 2. Blindverbrauch n_b in VA/kg, Wirkverbrauch n_w in W/kg und $\operatorname{tg}\varphi_0 = n_b/n_w$ in ringförmigen Probekörpern aus der vorliegenden Nickeleisenlegierung in Blechen von 0,35 mm Stärke.

Auf dieser Grundlage begannen die eigentlichen Stromwandlerversuche. Dabei wurde die Vorsicht geübt, daß sämtliche Kerne jeder Eisensorte der gleichen Blechlieferung entstammten. Andernfalls wären wegen der unvermeidlichen Schwankungen der Eiseneigenschaften von Lieferung zu Lieferung unbequeme Störungen in den Gang der Untersuchung gelangt.

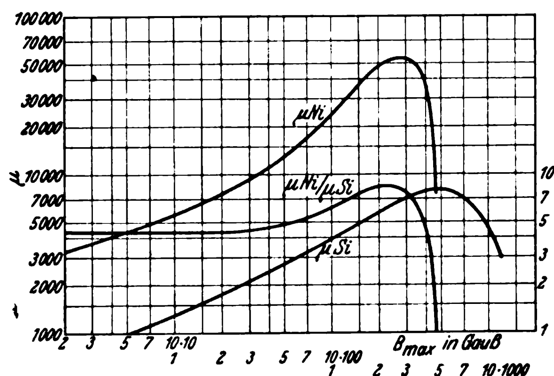
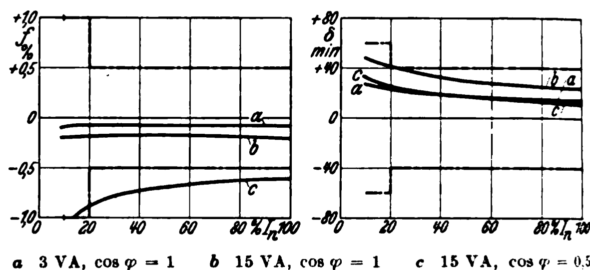


Abb. 3. Mittlere Permeabilität der vorliegenden Nickeleisenlegierung (μ_{Ni}) und von hochlegiertem Transformatorenblech (μ_{Si}) in ringförmigen Probekörpern. Verhältnis beider Permeabilitätswerte (μ_{Ni}/μ_{Si}).

Das einfachste und bekannteste Mittel zur Verbesserung eines Stromwandlers besteht in Vergrößerung der Kernhöhe. Seine Wirksamkeit erklärt sich daraus, daß die gesamten Eisenverluste trotz Zunahme des Kerngewichtes mit Verringerung der Induktion zurückgehen. Die erste Messung erfolgte an einem Stabwandler von 150 mm Kernhöhe mit 100 Sekundärwindungen für das Übersetzungsverhältnis 500/5 A. Die in Abb. 4 aufgetragenen Fehlerkurven *a*, *b*, *c* schließen alle innerhalb der Beglaubigungsvorschriften möglichen Fehler ein. Bei Diskussion der Meßergebnisse bemerkt man zunächst, daß die Stromfehler zu negativ liegen. Dieser Nachteil läßt sich durch eine Parallelverschiebung der Stromfehlerkurven beheben. Hierzu gibt es mehrere gut geeignete und hinreichend feinstufige Verfahren. Soviel steht indessen fest, daß die Stromfehlerkurven bei richtiger Abgleichung bequem zwischen den Fehlergrenzen Platz finden würden. Anders mit dem Fehlwinkel. Die 40 min-Grenze wird bei 20 % des Nennstromes ein wenig überschritten. Dies ist die kritische Stelle. Sie läßt erkennen, daß der Wandler die gestellten Bedingungen gerade nicht mehr erfüllt.

Aus einer größeren Anzahl von Stichproben ging hervor, daß bei anderen Stromstärken oder anderen Bürden stets die gleiche kritische Stelle in Erscheinung tritt Diese Beobachtung hat die weiteren Untersuchungen sehr vereinfacht. Es genügte, den Fehlwinkel bei 20 % des Nennstromes mit Nennbürde und $\cos\varphi = 1$ zu berechnen oder zu messen, um bereits zu erkennen, ob die Beglaubigungsvorschriften eingehalten werden oder nicht.



a 3 VA, $\cos\varphi = 1$ *b* 15 VA, $\cos\varphi = 1$ *c* 15 VA, $\cos\varphi = 0{,}5$

Abb. 4. Fehler des Stromwandlers mit Kern von 150 mm Höhe aus Transformatorenblech bei $I_n = 500$ A.

Um den Einfluß der Kernhöhe zu ermitteln, wurde nunmehr die genannte Berechnung des Fehlwinkels nach bekannten Methoden[4] für die Höhen

$h = 37{,}5 - 75 - 150 - 300 - 500 - 1000 - 2000$ mm

und für die Primärstromstärken

$I_1 = 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 400 - 500 - 700$ A

unter Zugrundelegung von Transformatorblech durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Abb. 5 niedergelegt, in der die Fehlwinkel bei 20 % des Nennstromes mit Nennbürde und $\cos\varphi = 1$ als Funktion des Nennstromes für die verschiedenen Kernhöhen aufgetragen sind. Eine Anzahl Punkte wurde zur Kontrolle nachgemessen und als + eingetragen. Die Meßwerte liegen so gut auf den berechneten Kurven, daß man von völliger Übereinstimmung sprechen darf.

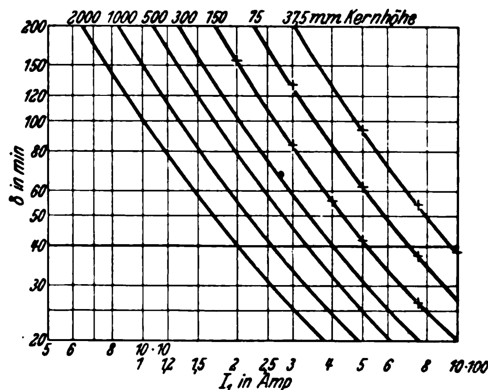


Abb. 5. Fehlwinkel bei 20 % des Nennstromes für mehrere Kernhöhen, bezogen auf induktionsfreie Nennleistung von 15 VA.

Alle Werte auf und unter der 40 min-Grenze gehören zu Wandlern, welche die Beglaubigungsvorschriften einhalten. Die Grenzwerte selbst sind herausgezogen und zu einer neuen Kurve zusammengestellt worden, welche als Funktion der primären Nennstromstärke die Mindestkernhöhe angibt (Abb. 6). Mit Aufstellung dieser Kurve ist die Frage nach der Bedeutung der Kernhöhe bei Stabstromwandlern bereits grundsätzlich beantwortet.

Eine Wiederholung dieser Untersuchungen an Stabwandlern mit Kernen aus Nickeleisen ergab im Endergebnis eine Kurve, die gleichfalls in Abb. 6 aufgeführt ist. Ein Vergleich der jeweils erforderlichen Kernhöhen stellt eine beträchtliche Überlegenheit der Nickeleisenlegierung als Kernbau-

[3] Alle hier mitgeteilten Versuche sind mit Wechselstrom von 50 Hz durchgeführt worden.

[4] J. A. Möllinger, Wirkungsweise der Motorzähler u. Meßwandler (Springer, Berlin); G. Keinath, Die Technik elektrischer Meßgeräte. Bd. I (Oldenbourg, München und Berlin); J. Goldstein, Die Meßwandler (Springer, Berlin).

stoff fest[5]. Beispielsweise erfüllt der 150 mm-Kern aus Transformatorenblech die Vorschriften erst bei 520 A Nennstrom, während ein gleich hoher Kern aus Nickeleisen dies schon bei 195 A tut (Abb. 7). Die Besserung des Kurvenverlaufs tritt vor allem bei solchen Fehlern in Erscheinung, deren Größe vornehmlich von der Blindkomponente des Magnetisierungstromes im Eisenkern abhängt. Tatsächlich läßt ein Vergleich der Abb. 1 und 2 erkennen, daß die Überlegenheit der Nickeleisenlegierung in bezug auf die Blindkomponente besonders groß ist.

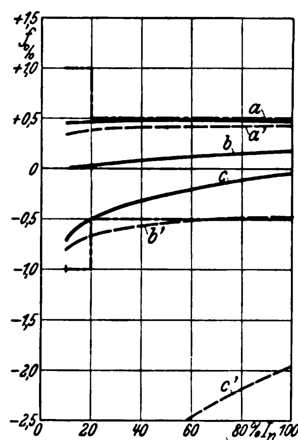
Zur Aufnahme der Kurven von Abb. 7 war übrigens der Wandler derart sorgfältig abgeglichen worden, daß der Stromfehler stets innerhalb der Fehlergrenzen verblieb.

Es wird möglich sein, Stabstromwandler mit Kernhöhen bis zu 1 m zuzulassen. Man muß sich allerdings an derartig lange Apparate erst gewöhnen. Unter dieser Voraussetzung läßt sich bei den gegebenen Bedingungen mit Transformatorenblech eine niedrigste primäre Nennstromstärke von 260 A erreichen (vgl. Abb. 6). Mit Nickeleisen würde sogar ein Strom von nur 110 A genügen. Anderseits könnte mit Nickeleisen ein Stromwandler für 260 A mit einem Kern von nur 65 mm Höhe gebaut werden. In diesem Falle würde die erhebliche Ersparnis an Material die größeren Kosten des Nickeleisens völlig wieder aufheben, und es würde bei gleichem Preis der kleinere und elegantere Wandler den Vorzug verdienen.

Abb. 6. Gegenüberstellung der erforderlichen Kernhöhen unter Verwendung von Nickeleisen (*Ni*) und von Transformatorenblech (*Si*).

Im Zusammenhang mit den bisherigen Mitteilungen muß noch erwähnt werden, daß neben einer Vergrößerung der Kernhöhe auch eine Vergrößerung der Ringbreite den Stabstromwandler zu verbessern vermag. Auch hierüber sind eingehende Versuche angestellt worden. Die Entscheidung über den günstigsten Außendurchmesser lieferte ein Vergleich der Kerngewichte. Es stellte sich heraus, daß sowohl allzu schmale als auch allzu breite Ringe ungünstig sind. Daher wurden für alle übrigen Versuchsreihen lediglich Kerne mit dem vorher ermittelten optimalen Verhältnis von Außen- zu Innendurchmesser verwandt.

Transformatorenblech einigen Vorteil, nicht jedoch der Wandler mit Nickeleisen, wie aus einem Vergleich der jeweiligen Fehlerkurven hervorgeht. Die erforderliche Maßnahme besteht darin, daß die bisher gleichmäßig verteilte Sekundärwicklung auf eine oder mehrere Stellen des Ringkernes zusammengedrängt wird. Die Wirkung dieser Anhäufung kann durch Einschieben von Eisenblechen in den Streupfad noch verstärkt werden. Der erzielte Gewinn ist aber in jedem Fall so klein, daß von einer weiteren Verfolgung dieser Methode Abstand genommen wurde.



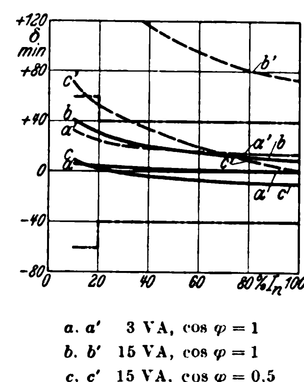


Abb 7. Fehler des Stromwandlers mit Kern von 150 mm Höhe aus Nickeleisen (————) und aus Transformatorenblech (— — — —) bei I_n = 195 A.

Ein weitaus bedeutenderer Fortschritt läßt sich durch Maßnahmen erzielen, welche die Fehlergrößen durchweg gleichmäßig klein halten. Auf diese Weise wird vermieden, daß einzelne kritische Stellen bereits eine weitere Herabsetzung des primären Nennstromes verhindern, während bei anderen Teilbeträgen des Nennstromes die Fehlergrenzen noch nicht erreicht sind. Danach hätten die Fehlerkurven ihre günstigste Gestalt, wenn sie parallel zur Abszissenachse verlaufen würden. Hierzu wäre Proportionalität zwischen Magnetisierungsstrom und Meßstrom bzw. zwischen Magnetisierungstrom und Induktion erforderlich. Im Bereich der üblichen Stromwandlerinduktion ist diese Bedingung nicht erfüllt. Zur Verdeutlichung ist für den Kern aus Transformatorenblech von 150 mm Höhe der Bedarf an magnetisierenden Amperewindungen als Funktion der Induktion berechnet und in Abb. 8 aufgetragen worden. Tatsächlich gleicht die Kurve der Blindkomponente fast einer Parabel, jedenfalls keiner Geraden. Wenn bei 1000 Gauß 4,5 bAW. benötigt werden, so bei 500 Gauß nicht etwa die Hälfte, sondern immer noch wesentlich mehr, nämlich 3,3 bAW. Aber bei höheren Induktionen (Abb. 9) gibt es längere Strecken nahezu geradlinigen Verlaufes beider Komponenten, etwa von 1500 bis 4000 Gauß. Dabei hat die Kurve der Blindkomponente einen Wendepunkt bei etwa 2700 Gauß. Auch ist die Änderung des Magnetisierungsbedarfes je nach der Induktion wesentlich kleiner. Während der Anstieg von 0 auf 1000 Gauß 4,5 bAW. erforderte, werden von 2200 Gauß auf 3200 Gauß zusätzlich nur 1,3 bAW. benötigt. Es müßte die mittlere Induktion des Stromwandlers auf etwa 2700 Gauß künstlich gehoben werden, damit sich die betriebsmäßigen Änderungen der Induktion innerhalb des günstigsten Bereiches bewegen können.

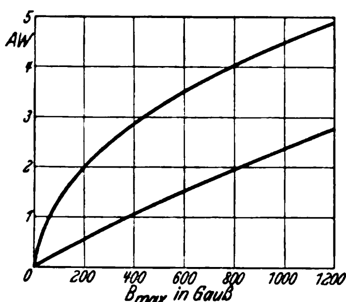


Abb. 8. Bedarf an erregenden Amperewindungen, getrennt nach Blindbedarf (oben) und Wirkbedarf (unten) für den Kern von 150 mm Höhe aus Transformatorenblech.

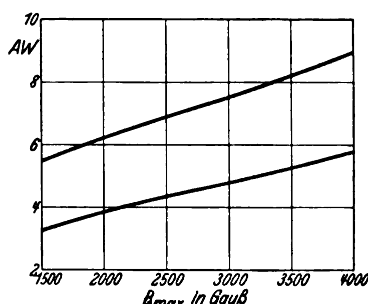


Abb. 9. Bedarf an erregenden Amperewindungen bei mittleren Induktionen, getrennt nach Blindbedarf (oben) und Wirkbedarf (unten) für den Kern von 150 mm Höhe aus Transformatorenblech.

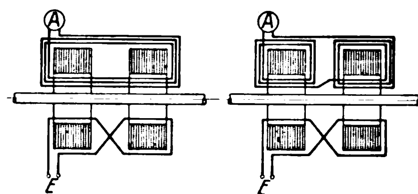


Abb. 10. Schaltungsweise des fremdmagnetisierten Stabstromwandlers mit Ringkern.

Mit den betrachteten Variationen von Querschnitt und Baustoff des Kernes sind bereits zwei wichtige Maßnahmen zur Verbesserung von Stabstromwandlern behandelt worden. Das weiterhin bekannte Mittel einer Vergrößerung der sekundären Streureaktanz führt zu einer Verkleinerung des Fehlwinkels unter Vergrößerung des Stromfehlers. Davon hätte der Wandler mit Kern aus

[5] H. D. Arnold und G. W. Elmen, Permalloy, an Alloy of Remarkable Magnetic Properties, J. Franklin Inst. 1923, S. 621. Th. Spooner, Current Transformers with Nickel-Iron Cores, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 45, S. 540 (1926). W. Phillips, High Permeability and Low-Loss Alloys for Current Transformers and Electrical Instruments, Electr. Rev., Lond., Bd. 101, S. 956 (1927). „Breaker", Developments in Current Transformer Design: Some of the Advantages to be derived from the use of Mumetal for the Cores of Transformers, Electr. Rev. Lond., Bd. 102, S. 816 (1928). Th. Spooner, Properties and Testing of Magnetic Materials (Mc. Graw-Hill Publishing Co., London). E. Gumlich und andere, Über Materialien mit hoher Anfangspermeabilität, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 5, S. 83 (1928) und Bd. 7, S. 231 (1930).

Dieser Kunstgriff ist möglich. Der Wandlerkern muß aus einer fremden Wechselstromquelle gleicher Frequenz vormagnetisiert werden[6]. Natürlich sind die hierzu nötigen Hilfswicklungen so anzuordnen, daß Sekundärwicklung und Hilfswicklung keinerlei Induktionswirkungen aufeinander ausüben können. Bei ringförmigen Kernen ist es am einfachsten, nach Angabe der Abb. 10 zu verfahren. Der Gesamtkern wird in zwei genau gleiche Teile zerlegt, deren jeder die gleiche Hilfswicklung trägt. Beide Hilfswicklungen liegen in Reihe an der Fremdstromquelle. Beim Anschluß der Wicklungsenden muß aber beachtet werden, daß die Magnetisierung beider Kernhälften im entgegengesetzten Sinne erfolgt. Ob die Sekundärwicklung beide Teilkerne gemeinsam umfaßt (Abb. 10 links) oder ob sie aus den reihengeschalteten Sekundärwicklungen eines jeden der beiden Teilkerne besteht (Abb. 10 rechts), ist für die endgültige Wirkung ohne Belang.

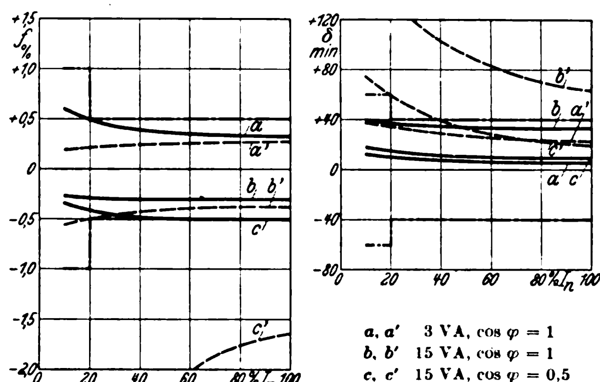
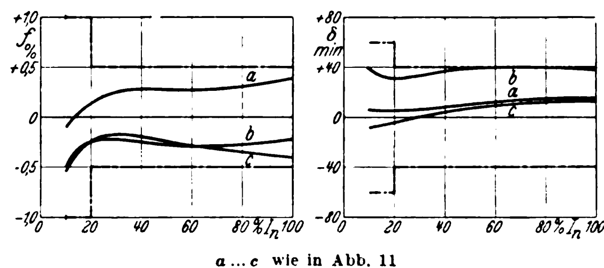


Abb. 11. Fehler des Stromwandlers mit Kern von 150 mm Höhe aus Transformatorenblech mit (————) und ohne (— — — —) Fremdmagnetisierung bei I_n = 235 A.

Die Durchmessung eines vormagnetisierten Stromwandlers mit dem schon bekannten Kern aus Transformatorenblech von insgesamt 150 mm Höhe hatte ein sehr erfreuliches Ergebnis. Noch mit einem primären Nennstrom von 235 A ließen sich die Fehlergrenzen der Beglaubigungsvorschriften einhalten (Abb. 11). Die Fehlerkurven verlaufen fast völlig waagerecht, wie es erstrebt und vorausgesagt war. Die Fehlergrößen haben beträchtlich abgenommen. Insbesondere sind die Fehlwinkel verschwindend klein geworden. Durch den Vorgang der Stromtransformation wurde die Induktion in dem einen Teilkern etwas geschwächt, im anderen Teilkern entsprechend verstärkt. Der Mittelwert der Induktion betrug 2700 Gauß. Aus der fremden Stromquelle wurden stets unverändert 8,4 AW. aufgenommen, wie es für die genannte Höhe der Induktion aus Abb. 9 als geometrische Summe der Komponente zu erwarten war.

Der fremdmagnetisierte Stromwandler hat sich trotz der großen meßtechnischen Vorzüge in die Praxis nicht einzuführen vermocht. Die Abhängigkeit von einer fremden Stromquelle bringt zu viel Unbequemlichkeit und Unsicherheit mit sich. Als ein geistvolles Experiment und als ein Vorbild des kompensierten Stromwandlers verdient er aber größte Beachtung.

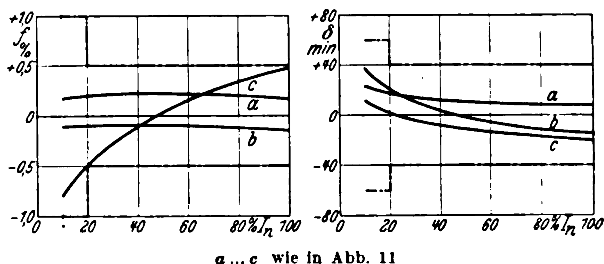
Es liegt nahe, den bewährten Gedanken einer Wandlerverbesserung durch Vormagnetisierung weiter zu entwickeln und dabei die fremde Stromquelle durch eine geeignetere zu ersetzen. Wenn es gelänge, den erforderlichen Hilfserregerstrom aus dem Wandler selbst zu entnehmen, so würde der besonders günstige Fall einer Eigenerregung vorliegen. Die unter diesem Gesichtspunkt entworfenen Anordnungen[7], sämtlich als Kunstschaltungen bezeichnet, sind allerdings von durchaus unterschiedlichem Wert und reichen alle nicht an die Wirksamkeit der Fremderregung heran. Ein sorgfältiger Vergleich führte schließlich zu einem Verfahren, das noch bei einem kleinsten Primärstrom von 298 A (mit Fremderregung waren es 235 A) die Einhaltung der Beglaubigungsgrenzen an dem schon mehrfach herangezogenen Kern aus Transformatorenblech von insgesamt 150 mm Höhe gestattete (Abb. 12).



a ... c wie in Abb. 11

Abb. 12. Fehler des Stromwandlers mit Kunstschaltung und Kern von 150 mm Höhe aus Transformatorenblech bei I_n = 298 A.

Nun verbleibt noch eine allerletzte Möglichkeit zur Verbesserung des Stromwandlers: es ist das altbekannte Mittel, durch eine kapazitive Zusatzbelastung die Blindkomponente des Magnetisierungsstromes aufzuheben[8]. Hierdurch wird insbesondere der Fehlwinkel beeinflußt; er kann zu Null werden oder negatives Vorzeichen annehmen. Eine Änderung des Stromfehlers ist nur dann zu erwarten, wenn auch dieser von der Blindkomponente des Magnetisierungsstromes abhängt. Für Wandler mit Ringkernen ist das bei induktionsfreien Bürden nicht der Fall, und insoweit muß der Kondensator wirkungslos bleiben. Nur bei induktiven Bürden kann eine Verkleinerung des Fehlers, ja sogar eine Verlagerung der Kurve in Richtung positiver Werte als Folge des Kondensatoranschlusses eintreten.



a ... c wie in Abb. 11

Abb. 13. Fehler des Stromwandlers mit Kern von 150 mm Höhe aus Transformatorenblech mit kapazitiver Kompensation und I_n = 305 A.

Für die Erprobung der kapazitiven Kompensation wurde wiederum der Kern von 150 mm Höhe aus Transformatorenblech herangezogen. Er trug zwei Wicklungen, von denen die eine als Meßwicklung diente, während die andere mit dem Kondensator verbunden wurde. Diese Trennung hat den Vorteil, daß durch Wahl entsprechender Windungszahlen die Spannung am Kondensator höher gehalten werden kann als die Spannung an der Bürde. Es genügen alsdann kleinere Kapazitätswerte für die gleiche Wirkung. Noch mit einem primären Nennstrom von 305 A gelang Einhaltung der Beglaubigungsgrenzen. Die zugehörigen Fehlerkurven (Abb. 13) lassen erkennen, daß die Fehlwinkel stark verbessert wurden, während unter den Stromfehlern die vorausgesagte Verschiebung der Kurve für induktive Bürde gegenüber den anderen Kurven auffällt. Indessen ist auch hinsichtlich der Fehlwinkel bemerkenswert, daß eine völlige Kompensation nur an einzelnen Punkten eintrat. Es äußert sich darin die Erscheinung, daß am Kondensator die Stromstärke proportional der Spannung ansteigt (geradlinige Charakteristik), während am Wandlerkern der Zusammenhang von Spannung und erregender Stromstärke durch die Magnetisierungskurve gegeben ist (gekrümmte Charakteristik). Zur Veranschaulichung dieser Gegensätzlichkeit möge Abb. 14 dienen, die für das untersuchte Beispiel als Funktion des Primärstromes die Amperewindungen sowohl des Ladestromes als auch der Blindkomponente des Magnetisierungsstromes enthält, berechnet für die Nenn-

[6] A. Iliovici, Transformateurs d'intensité compoundés, Bull. Soc. franç. Électr., Februar 1923, S. 55.

[7] J. G. Wellings und C. G. Mayo, Instrument Transformers, J. Instn. electr. Engr. Bd. 68, S. 704 (1930). G. Keinath, Stabwandler mit Spaltwicklung, Helios Bd. 37, S. 93 (1931). Über den Bau moderner Stromwandler, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 85 (1931); Die Entwicklung der Meßeinrichtungen für Hochspannung, ETZ 1931, S. 1561 u. 1596 J. Goldstein, Die neueste Entwicklung im Stromwandlerbau, ETZ 1932, S. 377, 428 u. 503.

[8] G. Keinath, Die Technik elektrischer Meßgeräte (Oldenbourg, München und Berlin) 3. Aufl., Bd. I, S. 496. Ch. Bresson, Montage sur les bornes des interrupteurs de transformateurs de mesure, Rev. gén. Électr. Bd. 29, S. 227 (1931).

leistung 15 VA, $\cos\varphi = 1$ im Meßkreis. Beide Kurven schneiden sich bei fast 50 % des Meßbereiches, und dementsprechend ist der zugehörige Fehlwinkel in Abb. 13, Kurve *b*, gleich Null. Eine bessere Kompensation erscheint nach Lage der Dinge unmöglich.

Aus dieser Schwierigkeit vermag ein schmaler Steg oder gar ein Luftspalt im Eisenweg zu helfen. Dadurch nimmt zwar die Blindkomponente des Magnetisierungsstromes bedeutend zu, ihre Kurve wird aber gestreckt, und es bedarf für eine günstige Kompensation lediglich eines stark erhöhten Aufwandes an Kapazität. Dieses Nachteiles wegen ist jedoch der vorgeschlagene Ausweg nicht näher untersucht worden. Anderseits ist aus den früheren Betrachtungen bereits ein Stromwandler bekannt, der im geradlinigen Bereich der Magnetisierungskurve arbeitet: Hier, am vormagnetisierten Wandler, müßte eine kapazitive Kompensation am Platze sein. Die Durchmessung einer solchen kombinierten Anordnung mit Eigenerregung unter Verwendung eines Kernes aus Transformatorenblech von insgesamt 150 mm Höhe ließ erkennen, daß mit einem primären Nennstrom von 235 A der besonders günstige Wert des fremdmagnetisierten Wandlers wieder erreicht worden ist.

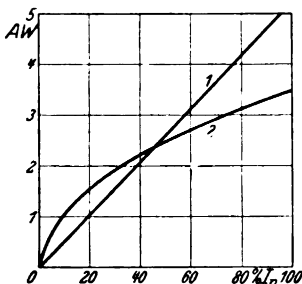
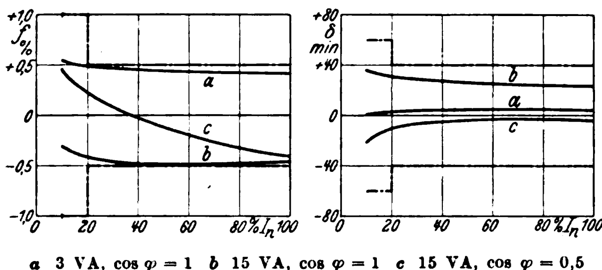


Abb. 14. Bedarf an erregenden Amperewindungen (2) und Betrag der kompensierenden Amperewindungen (1) bei Aufnahme der Fehler nach Abb. 13, bezogen auf induktionsfreie Vollast und 15 VA bei I_n = 305 A.

Stromwandler mit kapazitiver Kompensation sind gelegentlich aufgetaucht. Bisher sind aber alle Modelle wieder vom Markt verschwunden, weil die Kondensatoren häufig im Betriebe durchschlugen. Diese Gefahr ist bei zufälliger Öffnung der Sekundärklemmen oder bei starken Überströmen immer gegeben. Selbstverständlich kann der Kondensator so sicher gebaut werden, daß er jeder vorkommenden Überspannung zuverlässig standhält. Er fällt aber dann so groß und so teuer aus, daß sich seine Verwendung nicht mehr lohnt.

Andere, noch wirksamere Hilfsmittel zur Verbesserung des Stromwandlers sind bis heute nicht bekannt geworden. Es bleibt aber noch übrig, im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen einige der besonders geeigneten Kunstschaltungen an Stromwandlern mit Nickeleisenkernen zu erproben. Es gelang auf diese Weise, mit einem Kern von insgesamt 150 mm Höhe ohne Überschreitung der Beglaubigungsgrenzen den primären Nennstrom auf 126 A zu verringern (Abb. 15).

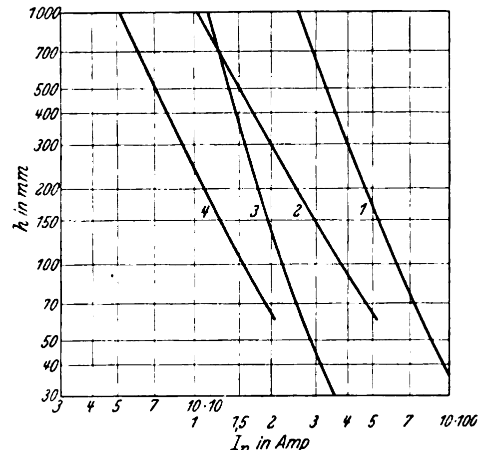


a 3 VA, $\cos\varphi = 1$ *b* 15 VA, $\cos\varphi = 1$ *c* 15 VA, $\cos\varphi = 0{,}5$

Abb. 15. Fehler des Stromwandlers mit Kunstschaltung und Kern von 150 mm Höhe aus Nickeleisen bei I_n = 126 A.

Die Darstellung Abb. 15 ist auch noch aus einem anderen Grunde beachtlich. Die Fehlwinkel sind allenthalben klein genug. Ihre weitere Verringerung durch ein Bemühen um Herabsetzung der Blindkomponente des Magnetisierungsstromes hätte keinen Zweck. Anders mit dem Stromfehler. Hier liegen die beiden Kurven für induktionsfreie Last längs des ganzen Meßbereiches dicht an den Fehlergrenzen an. Jedes erneute Zurückgehen mit dem primären Nennstrom würde diese Kurven sofort über die Grenzen hinaustreten lassen. Wer diesen Vorgang verzögern will, kann nichts anderes tun, als das Kernmaterial im Sinne einer weiteren Abnahme der Wirkverluste zu verbessern.

Die an Kernen einheitlicher Höhe von 150 mm durchgeführten Messungen über den Einfluß von Kunstschaltungen sind mit anderen Kernhöhen wiederholt worden. Als letztes Ergebnis dieser überaus mühevollen Forschung vermittelt das Kurvenblatt Abb. 16 einen vollständigen Überblick über die Leistungsfähigkeit des vorliegenden Stromwandlermodelles. An dieser Darstellung kann für jeden primären Nennstrom zwischen 50 und 1000 A die jeweils geeignete Ausführung nach Material, Schaltung und Kernhöhe abgelesen werden — immer vorausgesetzt, daß die Beglaubigungsgrenzen mit Nennleistung bis 15 VA eingehalten bleiben sollen und Betriebsspannungen bis hinauf zu etwa 30 kV in Frage kommen. Darüber hinaus würde das notwendige Anwachsen der Kerndurchmesser die erreichbaren Grenzwerte entsprechend zurücksetzen. Die zusammenfassende Betrachtung des letzten Bildes läßt die Überlegenheit des Nickeleisens nochmals deutlich hervortreten. Mit keiner Kunstschaltung ist es möglich gewesen, einem Wandler mit Kern aus Transformatorenblech die gleiche Leistungsfähigkeit zu erteilen, wie sie der Wandler mit Kern aus Nickeleisen auch ohne zusätzliche Hilfsmittel aufweist, lediglich abgesehen von den allergrößten Kernhöhen. Des weiteren lehrt Abb. 16, daß es unter Ausnutzung aller Errungenschaften möglich geworden ist, d i e u n t e r e G r e n z e f ü r g e n a u e S t a b s t r o m w a n d l e r n a c h d e n B e g l a u b i g u n g s v o r s c h r i f t e n v o n e t w a 500 A N e n n s t r o m u m e i n e v o l l e Z e h n e r p o t e n z a u f 50 A h e r a b z u d r ü c k e n. E i n s o l c h e r W a n d l e r w i r d z w a r l a n g u n d s c h w e r u n d d u r c h a u s n i c h t b i l l i g s e i n, s e i n e K e r n h ö h e w i r d r u n d 1 m b e t r a g e n m ü s s e n, a b e r e r i s t t e c h n i s c h m ö g l i c h u n d l i e f e r b a r.



1 Transformatorenblech, keine besonderen Hilfsmittel
2 Transformatorenblech, Kunstschaltung
3 Nickeleisen, keine besonderen Hilfsmittel
4 Nickeleisen, Kunstschaltung

Abb. 16. Gegenüberstellung der erforderlichen Kernhöhen.

Der Stabstromwandler für kleine Primärströme ist immer schon mit Vorliebe an Stellen außergewöhnlich schwerer Kurzschlußbedingungen eingesetzt worden. Hier spielt die Kostenfrage eine untergeordnete Rolle, hier finden selbst die teuren Stabstromwandler mit hohen Kernen aus Nickeleisen ihren Platz. Dieses Anwendungsgebiet hat durch die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung eine wesentliche Erweiterung erfahren. Anders liegen die Dinge an Stellen mit minder hohen Beanspruchungen. Hier weist beispielsweise der Querloch-Stromwandler mit angepaßter Kurzschlußfestigkeit völlig hinreichende Betriebsicherheit auf und bleibt den extremen Bauformen des Stabstromwandlers durch niedrigeren Preis überlegen.

Die dargelegte Entwicklung ist gewiß noch nicht an ihrem Ende angelangt. Gegenwärtig hat der Metallurge die Aufgabe, durch Schaffung von Kernmaterialien mit noch geringerem Eigenbedarf die Stromwandlertechnik erneut zu fördern.

Ein neuer Schnellregler für Meßzwecke.

Von **F. Raeder**, Essen.

Übersicht. Die Abhandlung beschreibt einen neuen Regler zum Gebrauch in Feinmeßlaboratorien, Zähler-Eichräumen usw. zwecks vollkommen stufenloser Ausregelung von Wechsel- und Drehstromnetzen.

An allen Stellen, wo mit elektrischen Größen gemessen und geeicht wird, und wo abgesehen vom Netz des Elektrizitätswerkes keine besonderen Stromquellen hierfür zur Verfügung stehen, besteht das dringende Bedürfnis nach einer einwandfreien Konstanthaltung der Eichspannung für diese Messungen. In den letzten Jahren wurden in der Praxis sehr viel neue Konstruktionen auf dem Regelschalter- und Regeltransformatorengebiet herausgebracht, teilweise auch mit selbsttätiger Regelung. Alle diese Konstruktionen eigneten sich jedoch wegen ihrer Trägheit und zum Teil auch wegen des nichtstufenlosen Arbeitens nicht für meßtechnische Zwecke. Ein alter Bekannter auf diesem Gebiete, der sog. Drehtransformator oder „Potentialregler", ist dadurch ganz in Vergessenheit

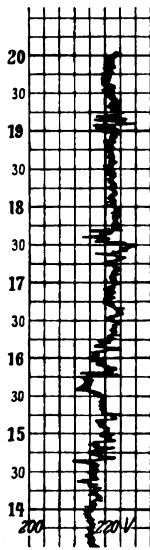


Abb. 1.

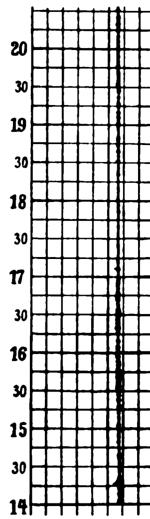


Abb. 2.

Spannung eines Drehstromnetzes vor und nach der Ausregelung.

geraten. Er eignet sich jedoch gerade für meßtechnische Zwecke sehr gut, wenn es auf absolut stufenlose Regelung mit großer Geschwindigkeit ankommt, besonders in Verbindung mit einem geeigneten Antriebsorgan, welches natürlich ebenso eine hohe Ansprechgeschwindigkeit und Regelgenauigkeit besitzen muß. Der beim Einfach-Drehtransformator auftretende Nachteil der Verdrehung des Spannungsvektors im Netz, welcher bekanntlich durch die Anordnung von Doppel-Drehtransformatoren ausgeglichen werden kann, spielt für diesen Zweck keine Rolle. Die Wirkungsweise des Drehtransformators ist folgende:

Die Serienwicklung wird in den Läufer gelegt und die Erregerwicklung in den Ständer. Bei Verdrehung der Läuferwicklung gegenüber der Ständerwicklung wird die durch das feste Übersetzungsverhältnis in der Serienwicklung induktiv erzeugte Zusatzspannung in ihrer Phasenlage zur Netzspannung so verdreht, daß die vektoriell zusammengesetzte Betriebspannung (Netzspannung plus Zusatzspannung) gegenüber der ursprünglichen Spannung größer oder kleiner wird. Die Welle dieses Drehtransformators bewegt man nun am besten durch den bereits lange bekannten N. & K.-Regler nach Thoma[1], und zwar benötigt man für Durchgangsleistungen bis 20 kVA die Type J 10 s. Das gesamte Aggregat, welches nunmehr eine vollselbsttätige Spannungsregelung darstellt, kostet in den üblichen Größen für 10 ... 20 kVA Drehstromleistung etwa 2500 RM. Der Regler kommt hauptsächlich in Frage für Zähler-Eichstationen in Elektrizitätswerken, für Röntgenanlagen und alle Laboratorien, in denen es meßtechnisch auf äußerst konstante Eichspannung ankommt.

[1] Hersteller: Neufeldt & Kuhnke, Kiel.

Aus den Abb. 1 u. 2 ersieht man die Ausregelung eines ziemlich schwankenden Drehstromnetzes mittels des angeführten Reglers in Verbindung mit einem Einfach-Dreh-

Zahlentafel 1.

Größe der Spannungsschwankung in %	Dauer der Ausregelung in s
22	0,74
16,3	0,49
8,4	0,35
3,5	0,12

transformator. Abb. 3 und Zahlentafel 1 zeigen die Schnelligkeit der Ausregelung bei der N. &. K.-Reglertype J 10. Die angegebenen Spannungschwankungen wurden künstlich hervorgerufen. Man erkennt hieraus, daß bei 8,4 % Spannungschwankungen die Regeldauer 0,35 s beträgt. Da jedoch normale Spannungschwankungen höchstens 2 ... 3 % betragen, kann man bei diesen Schwankungen mit ungefähr 0,1 % Ausregeldauer rechnen. Nimmt man dagegen die Spezialausführung Type J 10 s und verbindet diese mit einem Doppel - Drehtransformator, bei dem der Regler nur das Regeldrehmoment aufzubringen hat, da beide Drehtransformatoren im Drehfeld gegeneinander geschaltet sind, so erhält man eine wesentlich schnellere Ausregelung von Spannungschwankungen, als Abb. 3 und Zahlentafel 1 zeigen.

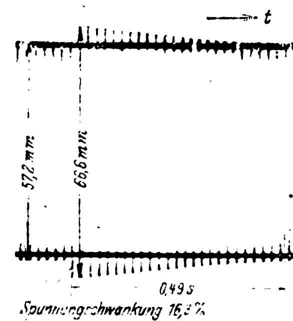


Abb. 3. Schnelligkeit der Ausregelung.

Weiter ist es für die meisten Versuche und Eichungen notwendig, daß die Sinusform der Spannung praktisch erhalten bleibt. Dieses ist, wie oszillographische Aufzeichnungen bewiesen haben, bei richtiger Konstruktion des Drehtransformators ohne weiteres gewährleistet. Es ist somit der Meßtechnik ein Mittel in die Hand gegeben, alle Wechselstrommessungen mit der nötigen Konstanz der Eichspannung durchzuführen.

Beeinflussung der Kathodenstrahl-Reflexion an Aluminium und Platin durch Belichtung.

An Platin und Aluminium wird der Einfluß der Belichtung auf die Reflexion von Kathodenstrahlen untersucht[1]. Es können dabei, je nach den Versuchsbedingungen in der Zelle, Zusatzströme auftreten von zweierlei Art: entweder ist die Summenstrahlung größer oder sie ist kleiner als die Summe der Einzelkomponenten, nämlich der glühelektrischen und der lichtelektrischen; beide Fälle sind in der Literatur bekannt. Es konnte gezeigt werden, daß in der Tat die von Frey gemessene Verkleinerung des Summenstromes bei gleichzeitiger Bestrahlung der Folie mit Elektronen und Belichtung der Folie mit ultraviolettem Licht im homogenen Feld eintritt und daß sie von der Geschwindigkeit der Primärelektronen nur wenig, dagegen vom Gasgehalt der Folie stark abhängt.

Bei gasbeladenen Folien können im homogenen Feld positive Zusatzströme auftreten, die durch die Verminderung der Raumladungswirkung der vom anhaftenden Gas absorbierten Elektronen infolge Belichtung erklärt werden. Diese Zusatzströme erreichen bei den hier gegebenen Versuchsbedingungen kaum 50 % des lichtelektrischen Stromes. Größere Zusatzströme, die den lichtelektrischen Strom um das Mehrfache übertreffen, können an gasfreien Folien auftreten, wenn Feldstörungen vorliegen. *Sb.*

[1] W. Kohl, Dissertat. T H. Dresden 1930; Ann. Phys. Bd. 6 (5. Folge), S. 391.

Die Stellung der Elektrizitätswirtschaft in der Aktienrechtsnovelle*.

Von Rechtsanwalt **Bernhard Blau**, Berlin.

II. Die neuen Bilanzvorschriften.

(I. Aufsatz s. S. 929.)

Übersicht. Das Bilanzschema der Aktienrechtsnovelle, das zum ersten Male für Geschäftsjahre, die am 30. September 1932 enden, zur Anwendung gelangt, ist für die Elektrizitätswirtschaft von großer Bedeutung. Durch eine eingehende Gliederung der einzelnen Bilanzposten sollen die Liquidität, die Sicherheit und die Geschäftslage der Unternehmungen erkennbar werden. — Das Bilanzschema ist nicht starr. Es gilt nur insoweit, als nicht der Geschäftszweig der Gesellschaft eine abweichende Gliederung bedingt, und unbeschadet einer weiteren Gliederung. In der vorliegenden Abhandlung wird gezeigt, wie sich das neue Bilanzschema in den Jahresabschlüssen der Elektrizitätsindustrie auswirkt.

Die neuen Bilanzvorschriften der Aktienrechtsnovelle vom 19. September 1931 (RGBl. I., S. 493 ff.) finden zum ersten Male für das Geschäftsjahr, das am 30. September 1932 abläuft, Anwendung. In dieser Bilanz wird also erstmalig das neue Bilanzschema, ein Ergebnis der modernen Betriebswirtschaftslehre, in Erscheinung treten. Das Schema stellt nur den allgemeinen Rahmen dar, in dem sich die Bilanzierung vollzieht. Den Besonderheiten der Elektrizitätswirtschaft wird dadurch Rechnung getragen, daß die vorgeschriebene Gliederung der Bilanz nur insoweit gilt, als nicht der Geschäftszweig der Gesellschaft eine abweichende Gliederung bedingt, unbeschadet einer weiteren Gliederung. Die gleichen Grundsätze gelten für die Aufstellung der Gewinn- und Verlustrechnung (§§ 261 a, 261 c HGB.). Eine abweichende Gliederung kann durch die Technik des einzelnen Betriebes in der Elektrizitätswirtschaft bedingt sein.

1. Die Bewertung der Aktiven.

Anlagevermögen.

Nach dem Bilanzschema sind Grundstücke ohne Berücksichtigung von Baulichkeiten auszuweisen, die Baulichkeiten wiederum unterteilt nach Geschäfts- und Wohngebäuden, Fabrikgebäuden und anderen Baulichkeiten, Maschinen und maschinelle Anlagen hingegen gesondert von den Baulichkeiten. Diese Unterteilung kann besonders bei Kraftwerken nicht starr durchgeführt werden. Sie würde in vielen Fällen zu einer vollkommen neuen Kontenführung zwingen und den technischen Bedürfnissen nicht entsprechen.

Die Aufteilung der Gruppe Gebäude und Maschinen — ebenso wie die Aufteilung von Grund und Boden und Gebäuden — ist im wesentlichen erfolgt, um eine gesonderte Abschreibung auf die einzelnen Anlagewerte zu ermöglichen. Soweit aber der Geschäftszweig des Werkes eine abweichende Gliederung bedingt — man denke z. B. auch an Wasserkraftwerke —, ist sie gestattet.

In Fällen, in denen Bauwerk und maschinelle Anlagen eine technische und wirtschaftliche Einheit bilden, wird eine Trennung der Baulichkeiten von den Maschinen, deren wesentliche Bestandteile diese sind, ebenfalls nicht in Frage kommen. Eine derartige Zerreißung eines einheitlichen Werkes würde auch in manchen Fällen nicht zu einer richtigen Bewertung führen können.

Die Besonderheiten der Elektrizitätswirtschaft — der Heimfall der auf Konzession beruhenden Betriebe an den Konzessionsgeber — erfordern eine besonders sorgfältige Bewertung der Anlagen sowie der Abschreibungen und Rücklagen. — Die Aktienrechtsnovelle geht — beeinflußt durch die Rechtsprechung des Reichsfinanzhofes auf dem Gebiete des Abschreibungswesens — davon aus, daß nicht nur der technischen Abnutzung Rechnung zu tragen ist, sondern auch dem „Wertverlust, der sich bei seiner Verteilung auf die mutmaßliche Gesamtdauer der Verwendung oder Nutzung für den einzelnen Bilanzabschnitt ergibt". Dieser Wertverlust kann auf der Aktivseite durch Abschreibungen in Abzug gebracht oder auf der Passivseite durch Wertberichtigungsposten in Ansatz gebracht werden. Für die Höhe der Abschreibungen ist es wiederum von Bedeutung, daß neben dem Wertverzehr auch Fortschritte der Technik, insbesondere neue Erfindungen, Konstruktionen und Arbeitsmethoden zu berücksichtigen sind. Auch die Besonderheiten der einzelnen Maschinengattungen — Arbeitsmaschinen, Betriebsmaschinen, Automaten, Präzisionsmaschinen — sind bei der Abschreibung differenziert zu behandeln.

Von besonderer Bedeutung für die Elektrizitätswirtschaft ist neben der Bilanzierung der Baulichkeiten und maschinellen Anlagen die Bilanzierung der Konzessionen, Patente, Lizenzen, die nach dem Bilanzschema der Aktienrechtsnovelle unter dem Anlagevermögen besonders auszuweisen sind. Die Bewertung dieser Rechte erfolgt im allgemeinen zu dem Anschaffungspreis, da es sich hier um Anlagewerte handelt (§ 261 Ziff. 1 HGB.). Maßgebend ist jedoch für die Bewertung die Höhe der Aufwendungen. Insoweit Erfindungen von Angestellten für das Unternehmen gemacht wurden, ist eine Bilanzierung nicht erforderlich. Insoweit Ausgaben für die Patente gemacht wurden, können sie aktiviert werden. Die Kosten von Versuchsarbeiten, die bei der Aufstellung der Bilanz abgeschlossen sind, ohne ein Ergebnis erzielt zu haben, sind als Verlust zu buchen; die Kosten für die bei Bilanzaufstellung noch nicht beendeten Versuche können aktiviert werden. Es wird hier keine Unterscheidung gemacht zwischen dem Urheberrecht und dem nicht geschützten Fabrikgeheimnis (vgl. Urteil des Reichsfinanzhofes in „Steuer und Wirtschaft" Nr. 403, 27; 404, 27).

Für die Bemessung der Abschreibungsquoten bei Patenten ist es von Bedeutung, daß die wirtschaftliche Gebrauchsdauer eines Patents nicht mit der gesetzlichen Schutzdauer übereinzustimmen braucht. Es können daher Patente in höchstens fünf Jahren abgeschrieben werden. (Urteile des Reichsfinanzhofes a. a. O.)

Für die Bewertung und die Abschreibungen auf das Anlagevermögen ist im Hinblick auf den Heimfall der auf Konzession beruhenden Elektrizitätsbetriebe noch auf die Differenz hinzuweisen, die sich daraus ergibt, daß die „Gesamtdauer der Verwendung oder Nutzung" nicht mit der Konzessionsdauer übereinzustimmen braucht. Ferner ist zu beachten, daß der Wertverlust am Anlagevermögen sich gegen den Inhaber der Konzession nur während der Konzessionsdauer auswirkt. In diesem Zusammenhang sei noch auf das grundlegende Urteil des Reichsfinanzhofes über das „Konzessionskonto" eines Elektrizitätswerkes hingewiesen, bei dem es sich um eine einer Aktiengesellschaft im Jahre 1923 verliehene, bis zum Jahre 1973 laufende Alleinberechtigung der Strombelieferung für einen Kreis und angrenzende Gemeinden handelte. Hier hat der Reichsfinanzhof anerkannt, daß es nicht darauf ankomme, ob bei Einsetzung des gemeinen Wertes eines Anlagegegenstandes, der sich innerhalb einer bestimmten Zahl von Jahren aufzehren wird, ein alljährliches Schwinden des gemeinen Wertes entsprechend dem Zeitverlauf angenommen werden kann. Es seien vielmehr die dem Zeitverlauf bis zur Erledigung der Konzession entsprechenden Abschreibungen vom Anschaffungspreis ohne weiteres zulässig. (Urteil des Reichsfinanzhofes I A 454/29, zitiert bei Großmann, „Abschreibungen und Steuer", 1930, S. 146.)

Bei der Bilanzierung des Umlaufvermögens interessiert für Werke der elektrotechnischen Industrie insbesondere die Unterscheidung zwischen Roh-, Hilfs- und Betriebstoffen, halbfertigen und fertigen Erzeugnissen. Die Unterscheidung erklärt sich „aus der Verschiedenheit der Liquidität, die diese Posten darstellen". (Schlegelberger — Quassowski — Schmölder, Kommentar zum Aktienrecht, S. 229.)

Bei elektrotechnischen Betrieben, die nicht zu einem Konzern verbunden sind, gibt die Unterteilung eine klare Übersicht über die Geschäftslage. Bei Konzernbetrieben hingegen ist die Unterteilung weit schwieriger. Ruth — Schmalz („Die neue Bilanz der Aktiengesellschaft in rechtlicher und betriebswirtschaftlicher Beleuchtung", S. 75) weisen darauf hin, daß bei hintereinander geschalteten Betrieben das Fertigprodukt des Betriebes A Rohstoff oder Zwischenprodukt des Betriebes B sein kann und daß trotzdem das Produkt des Betriebes A teilweise an den Markt gehen kann, also als Fertigprodukt.

Neben den Sachwerten des Umlaufvermögens spielen die Wertpapiere eine wesentliche Rolle, soweit sie

* RGBl. I S. 493 v. 19. IX. 1931.

nicht unter die Beteiligungen fallen, davon gesondert wieder die der Gesellschaft gehörigen eigenen Aktien und daneben die Forderungen der Gesellschaft. Das Problem der eigenen Aktien ist in der Aktienrechtsnovelle vollkommen neu geregelt. Die eigenen Aktien müssen unter Angabe ihres Nennbetrages beim Umlaufvermögen aktiviert werden. Ihre Bewertung richtet sich nach den Grundsätzen der nicht dauernd zum Geschäftsbetriebe der Gesellschaft bestimmten Vermögensgegenstände (§ 261 Ziff. 2 HGB.). Sie dürfen daher höchstens zu den Anschaffungskosten angesetzt werden. Sind die Anschaffungskosten höher als der Börsen- oder Marktpreis am Bilanzstichtage, so ist höchstens dieser anzusetzen. Übersteigen die Anschaffungskosten, falls ein Börsen- oder Marktpreis nicht festzustellen ist, den Wert, der den eigenen Aktien am Bilanzstichtage beizulegen ist, so ist höchstens dieser Wert anzusetzen.

Die Bilanzierung und Bewertung der eigenen Aktien ist für Elektrizitätskonzerne insbesondere auch für die Offenlegung von Konzernbeteiligungen von Bedeutung, denn die „abhängige Gesellschaft" darf Aktien der herrschenden Gesellschaft nur nach den beschränkenden Bestimmungen, die für den Erwerb eigener Aktien durch die herrschende Aktiengesellschaft selbst gelten, erwerben, also nur „zur Abwendung eines schweren Schadens" von der herrschenden Gesellschaft bis zur Höhe von 10 % des Grundkapitals oder in dieser Höhe zum Zwecke der Einziehung von Aktien. Es entsteht daher die Frage, ob bei Elektrizitätskonzernen die abhängige Gesellschaft die Aktien der Obergesellschaft — ebenso wie die Obergesellschaft — besonders in der Bilanz ausweisen und nach den Grundsätzen über die Bewertung der nicht dauernd zum Geschäftsbetriebe bestimmten Wertpapiere bewerten muß. Sind die Aktien der Obergesellschaft durch die abhängige Gesellschaft zur Einziehung erworben, so müssen sie binnen sechs Monaten nach Erwerb eingezogen werden, und es handelt sich dann ihrer Natur nach um Wertpapiere, die „nicht dauernd" zum Geschäftsbetriebe der Gesellschaft bestimmt sind. Hat dagegen eine abhängige Aktiengesellschaft Aktien der Obergesellschaft zur Abwendung eines schweren Schadens von der letzteren erworben, so unterliegen in diesem Falle die Aktien der Obergesellschaft nicht notwendig der Einziehung und können alsdann als zum dauernden Geschäftsbetriebe der abhängigen Aktiengesellschaft bestimmt gelten. Wird in einem solchen Falle durch den Erwerb von Aktien der Obergesellschaft durch die abhängige Gesellschaft eine „Beteiligung" geschaffen, so sind die Aktien unter „Beteiligungen" besonders auszuweisen und als dauernd zum Geschäftsbetriebe bestimmte Wertpapiere mit dem Anschaffungspreis zu bewerten. Sind jedoch die Aktien der Obergesellschaft von der abhängigen Gesellschaft zum Zwecke der Einziehung durch die erstere erworben worden, so sind sie als nicht dauernd zum Geschäftsbetriebe bestimmte Wertpapiere beim Umlaufvermögen aufzuführen und zu bewerten.

Eine weitere Offenlegung der Konzernverflechtungen erfolgt bei dem Umlaufvermögen durch den Sonderausweis der Forderungen an abhängige Gesellschaften und Konzerngesellschaften, dem der Sonderausweis von Verbindlichkeiten gegenüber diesen Gesellschaften auf der Passivseite entspricht.

Von besonderem Interesse für die Elektrizitätswirtschaft ist noch die zwingende Vorschrift, wonach in dem Geschäftsbericht über die Zugehörigkeit der Gesellschaft zu preis- und absatzregelnden Verbänden, Konventionen und ähnlichen Verbindungen Angaben zu machen sind. Insbesondere in der Glühlampenindustrie spielt das Kartellwesen eine große Rolle („Internationales Glühlampenkartell")[1].

2. Die Bewertung der Passiven.

Neu ist hier die Bestimmung, daß bei dem Posten „Grundkapital der Aktiengesellschaften" die Gesamtnennbeträge der Vorzugsaktien jeder Gattung gesondert anzugeben sind, desgleichen die Stimmrechtsaktien.

Im Hinblick auf die große Bedeutung, die die Rückstellungen in der Elektrizitätswirtschaft haben, ist die Unterteilung in dem Bilanzschema von besonderer Bedeutung. Es werden unterschieden:

1. Reservefonds:
   a) gesetzlicher Reservefonds;
   b) andere Reservefonds.
2. Rückstellungen.
3. Wertberichtigungsposten.

Die begriffsmäßige Unterscheidung dieser Posten ist für die Bilanzierung von größter Tragweite. Der gesetzliche Reservefonds darf nach ausdrücklicher Bestimmung nur zur Deckung eines Bilanzverlustes verwendet werden (§ 262 HGB.). Die freien Reservefonds unterliegen nicht dieser Beschränkung, z. B. Erneuerungsfonds zum Zwecke der Ersatzbeschaffung maschineller Anlagen.

Die „Rückstellungen" unterscheiden sich von den „Reservefonds" dadurch, daß erstere vorsorglich für künftige Aufwendungen gebildet werden, z. B. Steuerrückstellungen. Die „Wertberichtigungsposten" stellen wiederum — analog den Abschreibungen — bilanztechnisch Aufwendungen dar, anderseits bilden sie eine Bilanzkorrektur gegenüber zu hoch bewerteten Aktivposten. Sie sind Abschreibungen mit umgekehrtem Vorzeichen.

Für Elektrizitätskonzerne, die Anleihen ausgegeben haben, ist der Sonderausweis unter Verbindlichkeiten von Bedeutung. Die Anleihen sind unter Anführung ihrer etwaigen hypothekarischen Sicherung anzugeben. Die Bewertung der Anleihen erfolgt mit dem Rückzahlungsbetrag. Ist dieser höher als der Ausgabepreis, so darf der Unterschied gesondert unter die Aktiven aufgenommen werden. Der eingesetzte Aktivposten ist durch jährliche Abschreibungen zu tilgen, die auf die gesamte Laufzeit der Anleihen verteilt werden dürfen. Die Abschreibungen können also während der Laufzeit der Anleihen in verschiedener Höhe erfolgen. Die Gesellschaften sind nicht verpflichtet, ein Disagio in die Aktiven einzusetzen, sie haben nur die Befugnis hierzu. Sie können auch das Disagio abschreiben. In manchen Fällen wird der volle Rückzahlungsbetrag in die Passiven aufgenommen, wodurch das gesamte Disagio das Jahr belastet, in dem die Anleihe aufgenommen wurde, z. B. bei Auslandsanleihen.

Objektive Geräuschspannungsmessung.

Für die Ermittlung der Störwirkung, welche Fernmeldeleitungen von benachbarten Starkstromleitungen erfahren, standen bisher nur subjektive Meßmethoden zur Verfügung. Die benutzten Geräte sind der amerikanische „noise measuring set" und der deutsche Geräuschspannungsmesser von S. & H. Ersterer vergleicht das Störgeräusch der zu untersuchenden Leitung mit dem von einem Summer erzeugten Geräusch, der millionste Teil des Summerstromes wird als Störungseinheit bezeichnet; das deutsche Gerät vergleicht das Leitungsgeräusch mit einem Normalton der Frequenz 800 Hz und zeigt die Störspannung in Millivolt an. Beide Methoden haben neben anderen Nachteilen den Mangel des subjektiven Vergleichs, die Meßgenauigkeit hängt weitgehend von der Übung des Messenden ab. Eine Kommission des CCI hat nun die bekannten Methoden mit einer von der britischen Postverwaltung entwickelten objektiven Meßmethode verglichen und die Überlegenheit der letzteren anerkannt[1]. Die neue Methode beruht auf folgender Vorarbeit: Man hat durch zahlreiche, von vielen verschiedenen Personen und unter verschiedenartigen Bedingungen durchgeführte Messungen den Zusammenhang der Verständlichkeit bzw. Hörbarkeit von Tönen verschiedener Frequenzen bei verschiedenen Spannungen ermittelt. Die Ergebnisse sind als Kurvenschar (Hörbarkeit in Abhängigkeit von der Spannung bei verschiedenen Frequenzen) aufgetragen. Mißt man nun an einer Leitung mittels Röhrenvoltmeters im Bereich von 200 ... 3500 Hertz die Störspannung, so gibt die Kurvenschar für diese Spannung und die verschiedenen Frequenzen die prozentuale Verständlichkeit. Umgekehrt kann man aus den Kurven einen jeweils als zulässig zu erachtenden Störspannungswert entnehmen. Die Methode hat den Vorzug der Unabhängigkeit des Meßergebnisses von den individuellen Eigenschaften der messenden Person. Übereinstimmend mit früheren Feststellungen tritt auch nach diesen Messungen der stärkste Hörbarkeitsverlust bei etwa 1100 Hz auf. Zu klären bleibt freilich noch, ob die in England aufgenommenen Kurven auch für andere Länder sich als brauchbar erweisen werden, und welcher Betrag an Hörbarkeitsverlust im internationalen Fernsprechverkehr zulässig sein dürfte. *Eg.*

[1] Vgl. die vor kurzem erschienene Schrift von Meinhardt, „Entwicklung und Aufbau der Glühlampenindustrie", Berlin 1932, in der die Entwicklung der Konzentration und Organisation der Glühlampenindustrie dargestellt wird, angefangen von dem kontinentalen Syndikat für Kohlenfadenlampen (V.V.G.) über die mittel- und nordeuropäischen Preiskartelle bis zur Gründung des Glühlampen-Weltvertrages. Eine Besprechung dieser Schrift erfolgt demnächst. D. S.

[1] Rev. gén. Électr. Bd. 29, S. 741.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Kraftübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom durch Kabel. — Das Problem der Großkraftübertragung durch hochgespannten Gleichstrom[1] ist alt, die dabei erreichbaren Vorteile sind erheblich. Mit der Entwicklung der Großgleichrichter und der gesteuerten Wechselrichter zur Umformung des fernübertragenen Gleichstroms in Dreiphasen-Wechselstrom hat die Gleichstrom-Kraftübertragung erneute und erhöhte Bedeutung gewonnen. Hier wird nun ein bedeutsamer Wettbewerb zwischen Freileitung und Kabel einsetzen. Während die bei Wechselstrom-Hochspannungskabeln jetzt übliche spezifische Beanspruchung bei etwa $6\,kV_{eff}/mm = 8{,}5\,kV_{max}/mm$ liegt, kann man bei Gleichstromkabeln bis auf 12 ... 15 kV/mm heraufgehen und dementsprechend an Isolation, Blei usw. sparen. Einen ungefähren Überblick über das, was in dieser Hinsicht zu erwarten steht, gibt die folgende Übersicht, welche eine Drehstrom-Einleiterkabel-Anlage und drei verschiedene Gleichstrom-Einleiterkabel-Anlagen je mit Leitern von 240 mm² Querschnitt umfaßt:

	Anlage	Übertragungsspannung kV	Beanspruchung kV/mm	Durchgangsleistung 1000 kW	Durchmesser unter Blei Einheiten
1	Drehstrom, 3 Einleiterkabel	110	5,5	61	1
2	Gleichstrom, 2 Einleiterkabel mit geerd. Nullpunkt	110	12	58	0,5
3	wie 2	220	13,5	110	0,7
4	wie 2, jedoch mit erhöhtem Leiter-Dmr.	440	15	207	1,25

Zu vergleichen sind untereinander jedoch nur Anlage 1 und 2, die Anlagen 3 und 4 sind nur mit entsprechenden Freileitungen zu vergleichen. Bedenkt man, daß bei Gleichstromanlagen die erheblichen Kosten für Kompensationseinrichtungen aller Art fortfallen, so dürfte hinsichtlich der Kostenfrage die Kabelanlage bis zu 220 kV günstiger abschneiden als die Freileitung.

Für den Betrieb bietet die Gleichstrom-Kabelanlage folgende Vorteile: Es ist ständige Erdung des Nullpunktes und damit Festhalten der Spannung Leiter—Blei (Erde) möglich, während beim Drehstromsystem die Spannung gegen Erde auf das 1,73fache steigen kann. Bei Schaltung auf konstanten Strom erreicht man den Vorteil, daß die Kabeltemperatur konstant bleibt und die unangenehmen Folgeerscheinungen schwankender Temperatur im Kabelinnern fortfallen. Vermutlich erübrigen sich dann teure Spezialkabelbauarten wie Ölkabel und andere Ausführungsformen mit kostspieligem Zubehör. (H. Glaser, BBC-Nachr. Bd. 18, S. 169.) *Eg.*

Leitungen.

Richtlinien für die Verlegung kabelähnlicher Leitungen. — Vor etwa zwei Jahren wurden von der Technischen Arbeitsgemeinschaft der deutschen Kabelindustrie (TAK) unter Mitwirkung der Vereinigung der Elektrizitätswerke Richtlinien für die Verlegung kabelähnlicher Leitungen herausgegeben. Diese Anweisung für die Montagepraxis hat in allen beteiligten Kreisen großes Interesse erweckt und die sachgemäße Installation der kabelähnlichen Leitungen gefördert. Um die Erfahrungen der beiden vergangenen Jahre der Allgemeinheit zugänglich zu machen, sind diese Richtlinien nunmehr in zweiter, erweiterter Auflage neu herausgegeben worden. Die neue Ausgabe wurde mit Abbildungen versehen, durch die der besonders wichtige Vorgang der Abmantelung und Herrichtung der Leitungsenden veranschaulicht wird. Ferner sind die Abstufung, die Abdichtung in den Stopfbuchsen der Anschlußdose sowie der Anschluß von Motoren bildlich dargestellt. Die Arbeit gibt den jetzigen Stand der Technik wieder und wird daher allen, die ausführend oder beratend sich auf diesem wichtigen Gebiete der Installationstechnik betätigen, ein wertvoller Ratgeber sein.

Einzelhefte sind zum Preise von 0,25 RM durch die Technische Arbeitsgemeinschaft der deutschen Kabelindustrie, Berlin SW 61, Tempelhofer Ufer 11, zu beziehen. *of*

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 114; 1932, S. 453.

Mastfundamente aus Schleuderbetonrohren. — An Stelle der üblichen Betonblockfundamente für Eisengittermaste bringt Dr. Adolf Maier Fundamente aus stahlarmierten Schleuderbetonrohren in Vorschlag. Sie werden in der Fabrik normal mit 1 und 1,2 m Innendurchmesser und 7 ... 8 cm Wandstärke und in Längen bis zu 5 m hergestellt und sind bei diesen Abmessungen für Belastungsmomente bis etwa 50 000 mkg geeignet. Das Gewicht beträgt bei Längen bis 3 m 1,5 ... 2,5 t. Eine Spiralarmierung kann bei geringeren Momenten bis etwa 25 000 mkg fortfallen. Die Maste erhalten am Fußende Stahlgußschuhe, mit denen sie an den vorher nach Art der Brunnenrohre in den Boden gesenkten Rohren befestigt werden. Die Spreizung der Maste läßt sich dem Rohrdurchmesser unschwer anpassen. Die Erdarbeiten zum Einbau der Rohre sind geringer und die Gesamtkosten niedriger als bei Blockfundamenten. Bei Wasserandrang sind die Ersparnisse durch Fortfall kostspieliger Verschalungen der Baugrube sehr beträchtlich, so daß hier die Rohrfundamente auch gegenüber Schwellenfundamenten Vorteile bieten. Der Einbau der Rohre erfordert höchstens vier Mann. Mit den genannten Abmessungen sind die Rohrfundamente für Leitungen mit Betriebspannungen bis etwa 60 kV geeignet. Bei höheren Betriebspannungen und entsprechend längeren Masten kommt man auf größere Mastspreizungen; es sind dann aufgeteilte Fundamente vorzuziehen. Der Verfasser untersucht die Standsicherheit solcher Rohrfundamente und gibt Versuchsergebnisse, die es ermöglichen, die erforderliche Eingrabtiefe der Rohre zu ermitteln. (A. Meier, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 229.) *pc.*

Elektromaschinenbau.

Asynchronmotor mit massivem Eisenläufer ohne Wicklung. — Es ist schon häufig vorgeschlagen worden, als Sekundärteil eines Asynchronmotors eine massive Eisentrommel ohne Wicklung zu verwenden, wobei das Eisen gleichzeitig als magnetischer und elektrischer Leiter dienen soll. Diese Versuche haben aber zu keinem günstigen Ergebnis geführt, u. zw. aus zwei Gründen: 1. ist die Leitfähigkeit des elektrischen Stromkreises zu gering, und 2. bildet das ununterbrochene Eisen der Läuferoberfläche gewissermaßen einen magnetischen Kurzschluß für die Kraftlinien, so daß diese nicht sehr tief in den Kern des Läufers eindringen; infolgedessen ist der Querschnitt desjenigen Teils des Läufereisens, in dem Sekundärströme induziert werden, nur gering.

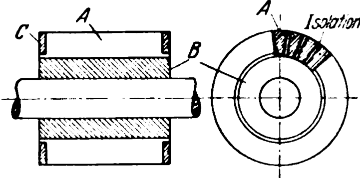


Abb. 1.

Nach einem Vorschlag von Plusch werden diese Nachteile durch die in Abb. 1 dargestellte Bauart vermieden: *A* sind segmentförmige Eisenstäbe, die um den Kern *B* nach Art eines Kommutators mit Isolationszwischenlagen aufgebaut sind und durch die Kupferringe *C* zusammengehalten und gleichzeitig leitend verbunden werden. Hierdurch wird zweierlei erreicht: 1. wird der elektrische Widerstand des Sekundärstromkreises durch die kupfernen Kurzschlußringe verringert, und 2. werden die Kraftlinien durch die Isolationszwischenlagen zwischen den Segmenten ins Innere des Läufers gedrängt, so daß der ganze Querschnitt der Segmente für die Stromleitung ausgenutzt wird. Man hat es dabei in der Hand, durch Verwendung dickerer oder dünnerer Zwischenlagen eine mehr oder weniger starke Stromverdrängung herbeizuführen, so daß der Motor in mehr oder weniger ausgeprägtem Maße die Eigenschaften eines Doppelkäfigmotors annimmt. (Die Angabe des Verfassers, die Zwischenlagen seien aus „Isolation" herzustellen, dürfte übrigens auf Irrtum beruhen; meines Ermessens müssen sie nur unmagnetisch sein, so daß z. B. auch Messing geeignet wäre.)

Der Verfasser berichtet über einen ausgeführten Versuchsmotor mit folgenden Daten: 4,4 kW, $n = 1500$ U/min, Drehstrom 220 V. Der Rotor besitzt einen massiven Eisenkern von 140 mm Dmr., der von 119 Eisensegmenten von 50 mm Höhe umgeben ist. Eisenbreite 85 mm. Zwischen den Segmenten liegen Isolationszwischenlagen von 0,5 mm.

Das Anlaufmoment betrug rd. das 2,5fache, der Anlaufstrom das 5fache des Nennwertes. Der cos φ wurde zu 0,85 gemessen.

Der Verfasser erblickt den Vorteil seiner Konstruktion im wesentlichen darin, daß an Stelle des teuren (?) Kupfers Eisen verwendet wird. Demgegenüber möchte der Berichter bemerken, daß die für die Stäbe eines Käfigläufers verbrauchte Kupfermenge verhältnismäßig sehr gering ist und die Ersparnis durch die Herstellungskosten der neuen Bauart sicher mehr als aufgehoben wird; besonders dürfte die gutleitende Verbindung der Kupferringe mit den Eisensegmenten schwierig sein. (Plusch, Electritschestvo 1931, S. 1360.) *Schü.*

Beleuchtung.

Die Entwicklung der Beleuchtungstechnik in den V. S. Amerika 1931. — Der Verkauf an elektrischen Glühlampen betrug im letzten Berichtsjahr rd. 557 Mill Stück (Groß- und Kleinlampen zusammen), es scheint sich also die im vorigen Jahre beobachtete rückläufige Bewegung nicht weiter fortgesetzt zu haben. Dagegen geht der Verbrauch an Kohlefadenlampen stark zurück; während 1929 noch rd. 31 Mill und 1930 noch 17 Mill Kohlefadenlampen verkauft wurden, betrug diese Zahl im letzten Jahre nur noch 5 Mill.

Bei der allgemeinen Raumbeleuchtung haben sich die aus Quecksilberdampflampen und elektrischen Glühlampen zusammengestellten Kombinationsleuchten eingeführt. So wird die neue fensterlose Fabrik der Simonds Saw and Steel Company in Fitchburg durch 680 solcher neuer Einheiten beleuchtet. Jede dieser Einheiten besteht aus einem U-förmig gebogenen Quecksilberdampf-Leuchtrohr von 127 cm Länge, zwischen dessen beiden Schenkeln vier in Reihe geschaltete Glühlampen zu 75 W, 30 V, angeordnet sind. Jede Einheit verbraucht insgesamt 650 W, erzeugt nach unten rd. 8200 HLm und gibt ein gut tageslichtähnliches Licht. Bei einer Aufhängehöhe von 4,9 m bei 4,25 bis 6,1 m Abstand wird in Arbeitshöhe eine Beleuchtungsstärke von etwa 335 HLx erzielt. Bei einer anderen Kombinationsleuchte von insgesamt 850 W sind 8 Glühlampen zu 110 V, 50 W, über einer geraden Quecksilberdampfröhre angeordnet.

Eine neu entwickelte Neonglimmlampe kann als Milliamperemeter für Stromstärken zwischen 0,5 ... 5,0 mA oder in Verbindung mit bestimmten Widerständen als Millivoltmeter benutzt werden. Als Maß der Stromstärke dient hierbei die Länge des Glimmlichtes an der stabförmigen Kathode.

Auf dem Gebiete der Ultraviolettstrahler sind weitere Fortschritte zu verzeichnen. Die eine relativ hohe Ultraviolettstrahlung gebende Sunlight-Lampe[1] Type S-1, bei der an Niederspannung ein Quecksilberbogen zwischen Wolframelektroden brennt, wird jetzt mit einem innenmattierten Kolben versehen, um die Blendung herabzusetzen. Die neu entwickelte kleinere Type S-2 ist mit einem Klarglaskolben aus einem Spezialglas ausgestattet, welcher die biologisch wirksame Ultraviolettstrahlung hindurchtreten läßt, dagegen die für das Auge schädliche kurzwelligere Strahlung absorbiert. Durch Vergrößerung der Bogenlänge und durch eine aus Aluminiumoxyd bestehende Abdeckung der Kolbenkappe erzielte höhere Brenntemperatur ist die spezifische Ultraviolettausbeute erhöht worden. Die G-1-Type besteht aus zwei röhrenförmigen Oxydelektroden, die von innen durch Wolframglühdrähte geheizt werden. Die Füllung des innenmattierten Kolbens besteht aus Quecksilberdampf. Die Ultraviolettstrahlung, die besonders vom ganzen Kolbeninhalt ausgeht, beträgt rd. 1/16 derjenigen der S-1-Type. Ihre Leuchtdichte ist sehr gering, ihr Energieverbrauch beträgt 50 W. Die an normaler Netzspannung brennenden überbelasteten ultraviolettstrahlenden Glühlampen (Type CX) werden mit innenmattiertem Kolben für 60, 300 und 500 W gebaut. Ihre Ultraviolettausbeute ist relativ gering, sie beträgt nur 0,7, 4,5 bzw. 8,0 % derjenigen der S-1-Lampe.

Bei der Automobilbeleuchtung sind an Stelle der bisher vorgeschriebenen Lampen zu 23 HK jetzt solche zu 35 HK zugelassen worden und bereits weitgehend im Gebrauch. Bei der Straßenbeleuchtung finden die im Oktober 1930 veröffentlichten Vorschläge der amerikanischen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft weitgehend Anwendung. Da ungefähr ein Drittel der nächtlichen Verkehrsunfälle auf ungenügende Straßenbeleuchtung zurückzuführen ist, muß die Notwendigkeit einer guten Straßenbeleuchtung immer wieder betont werden. Bei der Landstraßenbeleuchtung geht das Streben dahin, größere Lampen (als kleinste Einheit 4500 HLm) und kürzere Entfernungen (maximal etwa 75 m) zu wählen. Die Leuchten sollen 0,9 ... 1,20 m vom Straßenrand entfernt in 6,70 bis 8,50 m Höhe angebracht sein.

Für Flutlichtbeleuchtung in Haushaltungen, Garagen usw., wo die großen Scheinwerfer nicht erforderlich sind, ist ein handlicher und billiger Universalreflektor für innenmattierte 100 W-Lampen entwickelt worden. Der Reflektor besteht aus poliertem Aluminium, der Fuß aus cadmiumplattiertem Stahl, die Abschlußlinse nach vorn aus einer 20 cm großen klaren Linse aus wärmefestem Glas. Der größte Durchmesser beträgt nur 23 cm, die Tiefe 25 cm, die Höhe 33 cm und das Gewicht rd. 1,3 kg. Der Reflektor ist vertikal und horizontal auf dem Fuß drehbar. Eine größere Type für innenmattierte 200 W-Lampen von 38 cm Höhe und 32 cm Tiefe wiegt rd. 2,7 kg. Neue preiswerte offene Scheinwerfer sind für die Beleuchtung von Sportplätzen usw. bestimmt. Ihr 75 cm großer Reflektor besteht aus emailliertem Stahl und kann mit 1 oder 2 Lampen von 750 ... 2000 W ausgestattet werden. (Gen. electr. Rev. Bd. 35, S. 79.) *Schb.*

[1] ETZ 1930, S. 1658.

Bahnen und Fahrzeuge.

Die Öl-elektrische Lokomotive als Mittel zu Ersparnissen im Rangierdienst. — In den V. S. Amerika sind jetzt etwa 150 Öl-elektrische Lokomotiven mit insgesamt 60 000 PS im Industrie- und Bahnbetrieb mit Lokomotivleistungen zwischen 120 ... 1000 PS vorhanden. Fast alle werden im Verschubdienst verwendet. Ein Drittel der Lokomotiven sind mit Akkumulatorenbatterien ausgestattet, die vom Generator aufgeladen werden. Die wichtigsten Vorzüge der Lokomotiven sind hohe Ausnutzbarkeit, geringe Brennstoffkosten und volle Auswertung der Maschinenleistung über den ganzen Geschwindigkeitsbereich infolge des elektrischen Antriebes. Bei einer Ölmotorenleistung über 150 PS ist die elektrische Kraftübertragung am Platze. Ein Nachteil der Öl-elektrischen Lokomotiven sind ihre verhältnismäßig hohen Beschaffungskosten im Vergleich zu denen der Dampflokomotiven. Nach Berichten, die vom Committee für schweren elektrischen Zugdienst der American Electric Railway Association bei der Jahresversammlung der Gesellschaft am 28. IX. 1931 vorgelegt wurden, haben sich bei 25 Öl-elektrischen Lokomotiven (14 Stück 300 PS- und 11 Stück 600 PS-Einheiten), die im Verschubdienst während 1930 durchschnittlich 14,55 h/Tag betrieben wurden, die baren Ausgaben für Löhne, Brennstoff, Schmiermittel, Unterhaltung zu 11 RM/h ergeben. 5 Stck. 300 PS-Einheiten wurden betrieben mit 2 Mann, 9 Stck. 300 PS-Einheiten mit 1 Mann, 10 Stck. 600 PS-Einheiten mit 2 Mann. Die ersten 5 wurden durchschnittlich 15,86 h/Tag bei durchschnittlich 12 RM/h Unkosten, die zweiten 9 durchschnittlich 12,85 h/Tag bei durchschnittlich 7,65 RM/h Unkosten und die 600 PS-Lokomotiven durchschnittlich 15,45 h/Tag bei durchschnittlich 13,7 RM/h Unkosten betrieben. Die jährlichen Unterhaltungskosten der Öl-elektrischen Lokomotiven sind sehr verschieden und schwanken zwischen 10 650 ... 25 000 RM für die 300 PS-Einheiten und 13 344 bis 41 286 RM für die 600 PS-Einheiten. Bei den 25 Lokomotiven, von denen einige mehrere Jahre im Betrieb sind, waren die Unterhaltungskosten etwa 16 800 RM für die 300 PS-Lokomotiven und 21 000 RM für die 600 PS-Lokomotiven.

Die Chicago & North Western-Bahn hat in den Verschiebegleisen ihres Chicagoer Bezirks 4 Öl-elektrische Lokomotiven zu 300 und 600 PS laufen. Die 300 PS-Lokomotive wurde mit einem Personal betrieben und erforderte bei durchschnittlich 21,5 Betriebstunden je Tag im Monat Juni 1931 an gesamten Betriebskosten für Löhne, Brennöl, Schmieröl, Reparaturen und Abschreibung 7,75 RM/h. Diesen stehen geschätzte Kosten im Dampfbetrieb von 22 RM/h gegenüber, so daß sich eine Ersparnis von 9215 RM für Juni und von 30 740 für das Jahr Juli—Juni 1930/31 ergab. Die 600 PS-Lokomotive war im Juni 1931 durchschnittlich 14 h im Betrieb. Die gesamten Betriebskosten stellten sich auf 11,34 RM/h, während sie im Dampfbetrieb 22,04 RM/h betragen hätten. Bei 2487 Betriebstunden der Lokomotive im Jahr betrugen die gesamten Betriebskosten je Stunde 14,85 RM, aber immer noch 7,15 RM weniger als im Dampfbetrieb. Die Ersparnisse für das Jahr 1930/31 waren 17 782 RM.

Die Illinois Central hat im Chicagoer Endbahnhof 6 Stck. 600 PS-Öl-elektrische Lokomotiven für kurzen Rangierdienst während praktisch 24 h am Tage im Betrieb. Die Maschinen werden täglich nachgesehen und mit dem erforderlichen Betriebsmaterial beliefert, monatlich wie vorgeschrieben untersucht und einmal im Jahr

überholt. Die Ausgaben je Betriebstunde mit Dampf- und Öl-elektrischen Lokomotiven:

	Dampf RM	Öl-elektr. RM
Lohn für 2 Mann Bedienungspersonal	6,85	6,90
Brennstoff oder Kraft	4,30	1,40
Wasser	0,45	—
Schmiermittel	0,14	0,21
andere Betriebsmittel	0,14	0,03
Maschinenhaus-Unkosten	2,76	0,13
Unterhaltung	6,17	2,42
im ganzen	20,81	11,09

zeigen, daß die Kosten im Öl-elektrischen Betrieb etwa 50 % niedriger als im Dampfbetrieb sind. Doch können die Betriebskosten im Dampfbetrieb bei Benutzung alter Maschinen sogar auf 25 RM/h wegen höherer Reparaturkosten steigen, so daß sicher Unterschiede in den stündlichen Betriebskosten zugunsten der Öl-elektrischen Lokomotive bis zu 17 RM vorhanden sein können. Je nachdem die Öl-elektrischen Lokomotiven im einfachen oder dreifachen 8-Stunden-Dienst am Tage laufen können, ist eine Minderung der baren Betriebsausgaben um 21 000 bis 128 000 RM im Jahr zu erwarten, aus der Zinsen und Abschreibung für das für die neue Betriebskraft aufgewendete Kapital bezahlt werden können. Gleichwohl wird sich die neue Kapitalanlage nur dann rechtfertigen lassen, wenn der Vorteil hoher Ausnutzbarkeit der Öl-elektrischen Lokomotive voll ausgewertet werden kann, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß dies auch in einem erheblich geringeren als dem dreifachen 8-Stunden-Dienst am Tage möglich ist. (Rly. Age Bd. 91, S. 620.) *Pge.*

Die elektrischen Einrichtungen der Dolomitenbahn. — Die Dolomitenbahn ist wegen der Naturschönheiten des durchfahrenen Gebiets und der guten Anschlußmöglichkeiten an die italienischen Hauptbahnlinien Brenner—Toblach—San Candido bzw. Pieve di Cadore—Venedig

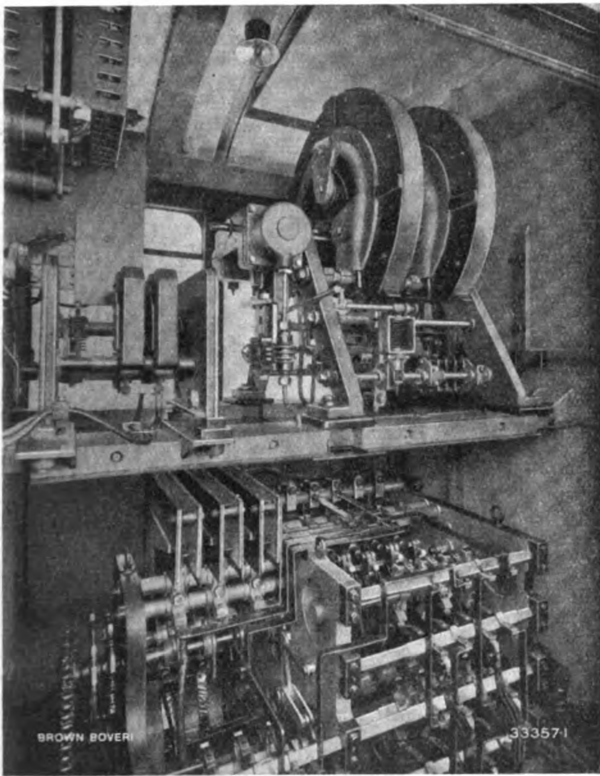


Abb. 2. Hochspannungsraum im Triebwagen.

eine beliebte Strecke des internationalen Reiseverkehrs geworden. Bei 65 km Streckenlänge mit 0,95 m Spur und Vignoleschienen von 22,1 kg/m überwindet sie Steigungen bis 35 ‰ und Krümmungshalbmesser bis zu 60 m. Der aus dem Netz der Soc. Idroelettrica Toffoli in Calalzo bezogene Drehstrom von 18 kV und 42 Hz wird in einem Unterwerk mittels zweier Gleichrichtersätze von je 1100 kW Dauerleistung in Gleichstrom von 2700 V umgeformt. Die 4 Motoren jedes Triebfahrzeuges liegen bei 2700 V Fahrleitungsspannung zu je 2 dauernd in Reihe.

Der abschließbare Hochspannungsraum (Abb. 2) liegt bei beiden Fahrzeugarten in Kastenmitte, wobei die Lokomotiven noch geräumige Gepäckabteile erhalten konnten. Im Hochspannungsraum liegt ein Nockenfahrschalter mit 7 Reihen- und 5 Parallel-Stellungen sowie 7 Stellungen für die Kurzschlußbremsung. Er wird mechanisch von Handrädern in den Führerständen bewegt. Mit Druckluft werden hingegen der Haupt-Schnellschalter, der Fahrtwender und eine Motorgruppen-Abschaltwalze sowie die beiden Scherenstromabnehmer betätigt. Die hierzu erforderliche Druckluft von 5 ... 7 atü liefert ein 4,5 kW-Motor-Luftpresser, der unmittelbar an 2700 V angeschlossen ist und bei 750 n etwa 560 l/min freie atmosphärische Luft fördert. Sämtliche Triebfahrzeuge haben keine Vielfachsteuerung, sind aber mit der BBC-Sicherheitsauslöse- und Stillsetz-Einrichtung beim Versagen des Führers versehen. Aus Sicherheitsgründen hat man für die Beleuchtung eine besondere Niederspannungsanlage gewählt, die aus einem BBC-Zugbeleuchtungsregler, einer Akkumulatorenbatterie von 155 Ah bei 10 h Entladung und einer Dynamo besteht. Diese liegt wegen der beschränkten Platzverhältnisse außerhalb des Drehgestellrahmens und wird mittels Ketten von einer benachbarten Achse aus angetrieben. Für die Heizung wurde jedoch der Hochspannungsstrom benutzt, der je 6 Heizkörper in Reihe durchfließt und den Anhängern durch Rutenkontakt-Kupplungen zugeführt wird. Die elektrische Einrichtung der Bahn wurde von Brown Boveri & Cie. geliefert. (A. Brodbeck, Brown Boveri Mitt., Baden, Bd. 18, S. 306.) *Mal.*

Landwirtschaft.

Der Elektromotor im Molkerei-Betrieb. — In Molkereien überwiegt bisher der Dampfmaschinen-Antrieb, da bei ihnen neben der winterlichen Raumheizung ständig größere Wärmemengen zum Milcherhitzen und Heißwasserbereiten benötigt werden, die man vorteilhaft dem Abdampfe der Antreibmaschinen entnehmen kann. Die Tatsache jedoch, daß infolge der Eigenart des Molkereibetriebes Kraft- und Wärmebedarf oft stark gegeneinander verschoben sind, hat die Molkerei-Praktiker und Wärme-Wirtschaftler zu eingehender Prüfung der Frage veranlaßt, ob und unter welchen Voraussetzungen der Sattdampf-Antrieb mit Abwärme-Verwertung oder eine getrennte Kraft- und Wärmeerzeugung wirtschaftlicher ist.

In dem unten angegebenen Aufsatze werden Untersuchungen dieser Art aus verschiedenen Molkereien mitgeteilt; die Endergebnisse sind kurz zusammengefaßt folgende:

1. Reiner Dampfbetrieb ist wirtschaftlich, wenn die Betriebsverhältnisse eine restlose Abdampf-Verwertung durch Kuppelung von Kraft- und Abfallwärme weitgehend zulassen und die vorhandene Dampfanlage reichlich bemessen und in gutem Zustande ist.
2. Für die Elektrisierung reif sind dagegen Anlagen, die den Abdampf nur teilweise verwenden können, besonders, wenn sie veraltete Dampffresser enthalten. Neben den unmittelbaren Ersparnissen an Kraft- und Wärmekosten sowie Ausgaben für Betriebsmittel, Instandhaltung und Arbeitslöhne bietet die Umstellung erhebliche Vorteile im Betriebe.
3. Neuanlagen stellen sich stets vorteilhafter, wenn der gesamte Kraftbedarf durch Elektromotoren gedeckt und zum Milcherhitzen und für die Heißwasserbereitung Frischdampf benutzt wird.
4. Für die Erweiterungen bestehender Dampfanlagen wird es meist ratsam sein, den vermehrten Kraftbedarf durch Elektromotoren und den Wärmebedarf durch gedrosselten Frischdampf zu decken.

Hervorgehoben sei, daß der besprochene Aufsatz die Elektro-Wärme-Verwertung in Molkereien ganz unerwähnt läßt, obwohl auch hierüber bereits, besonders über die Pasteurisierung mittels billiger elektrischer Nachtenergie aussichtsreiche Versuche vorliegen und die Verwendung von Elektrowärme das ganze Kraft-Wärme-Problem der Molkereibetriebe stark beeinflussen wird. (W. Leder, Arch. Wärmewirtsch. Bd. 13, S. 189.) *Trb.*

Fernmeldetechnik.

Welttelegraphen- und Weltfunkkonferenz Madrid. — Am 3. IX. ist in Madrid die XIII. Welttelegraphen- und die IV. Weltfunkkonferenz eröffnet worden. Wegen der in Aussicht genommenen Vereinigung des Welttelegraphenvertrags mit dem Weltfunkvertrag werden beide Kon-

ferenzen zu demselben Zeitpunkt abgehalten. Auf deutscher Seite sind außer der Deutschen Reichspost folgende Behörden und Verbände durch Delegierte vertreten: das Auswärtige Amt, das Reichsministerium des Innern, das Reichsverkehrsministerium, das Reichswehrministerium, die Debeg (Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie) und die Deutsch-Atlantische Telegraphengesellschaft. Auch die Internationale Handelskammer hat Vertreter entsandt, dgl. der Weltrundfunkverein, der auf seiner letzten Tagung in Montreux, an der u. a. Vertreter von 16 europäischen Rundfunkgesellschaften und von 10 europäischen Telegraphenverwaltungen teilnahmen, seine Vertreter für Madrid ernannt hat.

Zur Beratung stehen Fragen des Telegraphen-, Fernsprech- und Funkwesens. Es sollen rd. 1500 Vorschläge der Verwaltungen zur Änderung des Welttelegraphenvertrags und rd. 1400 solcher Vorschläge für den Weltfunkvertrag durchgeprüft werden. Demnach wird die Dauer der Konferenz auf 2 ... 3 Monate veranschlagt. Zu der Frage der Telegramme in verabredeter Sprache (Code) hat die Deutsche Reichspost eine Denkschrift ausgearbeitet, die an alle Delegierte verteilt werden wird. Darin wird ausgeführt, auf welchem Wege sich eine Änderung der gegenwärtigen unzweckmäßigen Bestimmungen für Codetelegramme erreichen läßt. *Gth.*

Ein Bändchenmikrophon für Tonfilm-Aufnahmen. — Beim akustischen Teil der Tonfilm-Aufnahme benötigt man ein Aufnahmeorgan von ausgesprochener Richtwirkung, um die unvermeidlichen Störgeräusche neben dem gewünschten Schall möglichst zu unterdrücken. Zu diesem Zwecke arbeitete die amerikanische Tonfilmtechnik früher mit recht unhandlichen Reflektormikrophonen. Jetzt hat hierfür die R. C. A. Photophone Corporation of Hollywood ein neues Bändchenmikrophon herausgebracht. Eine Beschreibung seiner elektromagnetischen Anordnung erübrigt sich hier, da sie sich nicht prinzipiell von derjenigen des den deutschen Lesern bekannten Siemens-Bändchenmikrophons[1] unterscheidet. Bemerkenswert ist lediglich der konstruktive Aufbau. Das im Felde eines starken Elektromagneten fast spannungslos aufgehängte, nur ½ μ starke, gewellte Duraluminiumbändchen befindet sich in der Mitte einer Art längeren Kanals, wodurch eine ausgesprochene Richtwirkung erzielt wird. Das Mikrophon ist nach allen Seiten drehbar nahe unterhalb des zylinderförmig ausgebildeten Vorverstärkers befestigt; diese Kombination ist mit Seilen an der Decke des Ateliers befestigt und kann von dort aus an die verschiedenen Stellen des Studios dirigiert werden. Ein weiterer Vorzug des Bändchenmikrophons ist wie bei allen elektrodynamischen Apparaten das Fehlen von nichtlinearen Verzerrungen. (G. S. Mitchell, Electr. Rev., Lond., Bd. 108, S. 391.) *Brd.*

Störende Frequenzen in Sprechkreisen durch geerdete Generatoren. — Das Auftreten mehrerer Fälle der Induktion von Störfrequenzen in Sprechkreisen durch in Stern geschaltete und im Sternpunkt geerdete Generatoren, die direkt oder über ⅄/⅄ geschaltete Transformatoren auf ein Verteilungsnetz arbeiten, gab Veranlassung zu Untersuchungen, welche erwiesen, daß die meisten induzierten Störfrequenzen den Frequenzen der ungeraden 3. Harmonischen entsprachen. Im vorliegenden Aufsatz, der ein Auszug eines ausführlichen Berichtes (Engineering Report No. 12 of the joint subcommittee on development and research of the N.E.L.A.) ist, werden nach einer kurzen Theorie der Harmonischen als Mittel zur Reduktion dieser Harmonischen außer einigen nur erwähnten die folgenden eingehender besprochen: Entwurf des Generators mit gesehnter Wicklung, Ersatz der Erdung des Generator-Sternpunktes durch Erdung des Sternpunktes eines vom Netz gespeisten, ⅄/△ oder ⅄/Z geschalteten Transformators, Erdung des Generator-Sternpunktes über eine Drossel oder über Siebketten, die aus Induktivität und parallel geschalteter Kapazität bestehen, oder über Drosseln und eine oder mehrere Siebketten in verschiedener Kombination. Es werden die zum Entwurf der Drosseln und Siebketten jeweils notwendigen Angaben aufgezählt, und es wird auf die beim Entwurf besonders zu berücksichtigenden Punkte hingewiesen (z. B. Resonanz bei anderen Frequenzen). Zur Veranschaulichung der Wirksamkeit von Erdungsdrosseln werden in einer Tafel die bei verschiedenen Harmonischen erreichten Reduktionsfaktoren angegeben. (N. E. L. A. Publ. Nr. 153, Aug. 1931.) *Kli.*

[1] Vgl. Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 289 (1931)

Dreiröhren-Netzempfänger Siemens 32 W. — Von Siemens & Halske wird in einer Ausführung für Wechselstrom-Netzanschluß, umschaltbar für die Spannungen 110, 130 und 220 V, ein Dreiröhren-Netzempfänger gedrängter Bauart hergestellt. Der Empfänger (Abb. 3) enthält zwei indirekt geheizte Vorröhren (Telefunkenröhren REN 904) als Audion und Widerstandsverstärker. Als Ausgangsrohr dient die Endröhre RE 134 und als Einweggleichrichter die RGN 354. Durch zweistufige Widerstandsverstärkung wird eine lautstarke und unverzerrte naturgetreue Tonwiedergabe ermöglicht. Besonders hervorzuheben ist der äußerst verlustarme Aufbau des Abstimmkreises. Es wird dadurch erreicht, daß fast die ganze Energie, die über die Antenne in den Apparat gelangt, verarbeitet wird; der hochempfindliche Empfänger bringt daher auch fernere Sender. Für den Antennenanschluß sind zwei Buchsen vorgesehen, die eine ist direkt, die zweite über einen kleinen Blockkondensator mit einem Antennenwahlschalter verbunden. Verwendet man



Abb. 3. Dreiröhren-Netzanschlußempfänger Siemens 32 W. Innenansicht bei entfernter Rückwand.

zum Empfang eine Hochantenne, so wird man am Tage den direkten, abends den Anschluß über den Verkürzungskondensator wählen. Der Antennenwahlschalter gestattet, die Antennenzuführung an vier verschiedene Spulenabgriffe umzulegen und so die Antennenanpassung bzw. die Selektivität auf die jeweils günstigste Art einzustellen. Die Rückkopplung wirkt induktiv und setzt sehr weich ein. Wie alle Siemens-Empfänger besitzt auch der neue Siemens 32 W Buchsen für den Tonabnehmeranschluß und ist so als zweistufiger Verstärker für eine ausgezeichnete elektrische Schallplattenwidergabe zu verwenden. Der Abstimmkreis ist gegen alle direkten äußeren Störeinflüsse doppelt abgeschirmt, einmal durch eine besondere kupferne Kappe, sodann aber auch noch durch das Apparatgehäuse, das vollständig aus Metall besteht und somit auch alle übrigen Leitungsteile statisch abschirmt. Der Netztransformator enthält ebenfalls einen statischen Schutz, der den Empfänger von allen hochfrequenten Störungen aus dem Netz freihält. Die Siebmittel des Netzanschlusses sind reichlich bemessen, so daß kein störendes Netzgeräusch auftritt.

Die Abstimmung läßt sich über den ganzen Rundfunk-Wellenbereich zwischen 200 und 2000 m ohne Umschaltung einstellen, wobei die bewährte Riesenskala einen vorzüglichen Überblick bietet und so das Wiederfinden und schnelle Einstellen bestimmter Sender sehr erleichtert. Übertönt ein Nahsender allzu sehr den Fernempfang oder sind wellenbenachbarte Sender auch bei losester Antennenankopplung nicht voneinander zu trennen, so läßt sich in den Siemens 32 W in einfachster Weise ein Wellentrenner einbauen und damit Abhilfe erreichen. Um eine unwirtschaftliche Verteuerung des Empfängers zu vermeiden, wurde dieser Wellentrenner für den nachträglichen Einbau vorgesehen, denn in den meisten Fällen dürfte ohne dieses Zusatzmittel auszukommen sein. *fi*

Hochspannungstechnik.

Der Teslatransformator als Hochfrequenz-Prüfgenerator[1]. — Bei der Bedeutung, die die Hochfrequenzprüfung in der Praxis gewonnen hat, ist es erforderlich, sich über die Kurvenform und die Frequenz der zu verwendenden Spannung Klarheit zu verschaffen. Da der Teslatransformator bei der vielfach üblichen Konstruktion mit loser Kopplung der Schwingungskreise Schwebungserscheinungen hervorruft, also eine in der Praxis selten vorkommende Spannungskurve erzeugt, ist man für Prüfzwecke z. T. zu anderen, scheinbar geeigneteren Schwingungskreis-Anordnungen übergegangen[2]. Der Teslatransformator hat aber den Vorteil, daß sich mit ihm leicht die heute erforder-

[1] Hochhäusler, Dissertation T. H. Berlin 1931.
[2] H. Müller, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 405 (1930).

lichen hohen Prüfspannungen erzeugen lassen. Der oben erwähnte Nachteil läßt sich bei geeigneter Bemessung und fester Kopplung der Schwingungskreise praktisch gänzlich vermeiden. Drude[1] hat bereits gezeigt, daß bei festen Kopplungen und kleiner Dämpfung im Primärkreis Schwebungen nicht mehr auftreten. Dieser Spannungsverlauf wurde mittels des Kathodenstrahl-Oszillographen auch für Teslatransformatoren in der heute verwendeten Größe bestätigt, wobei sich herausgestellt hat, daß der Kopplungsgrad durchaus nicht jene Höhe zu erreichen braucht, die Drude seinerzeit angab. Mit Kopplungen von 25 % bei hinreichend geringen Dämpfungen erzielt man schon schwebungsfreie, für die Hochfrequenzprüfung geeignete Spannungskurven. Das Oszillogramm Abb. 4 zeigt einen solchen Spannungsverlauf bei einer Frequenz von etwa 50 000 Hz.

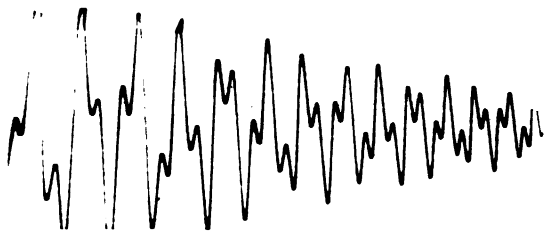


Abb. 4. Spannungskurve eines Tesla-Prüftransformators mit fester Kopplung.

Bei der oszillographischen Untersuchung sehr hoher Spannungen haben sich eigentümliche Erscheinungen herausgestellt, die bei der Hochfrequenzprüfung auch bei Verwendung anderer Schwingungskreis-Anordnungen zu beachten sind. Bei Überschlägen am Prüfobjekt oder an der Meßfunkenstrecke, allgemein bei Entladungserscheinungen treten sehr hohe Frequenzen auf, die das 10 ... 20fache der Grundfrequenz betragen können. Eine Erklärung hierfür ergibt sich bei Betrachtung der letzten Windungen der Sekundärwicklung als selbständiger Schwingungskreis, der durch den sekundären Funkenstrecken-Überschlag o. dgl. angestoßen wird. Die beobachteten Schwingungen sehr hoher Frequenz übertragen sich auch auf die Primärseite des Teslatransformators. Da sie sehr steile und rasch aufeinander folgende Spannungsanstiege hervorrufen, sind sie bei der Isolatorenprüfung u. U. willkommen. (P. Hochhäusler, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 7, S. 518.)

Werkstatt und Baustoffe.

Isolierpapiere. — A. R. Dunton und A. W. Muir schildern die geschichtliche Entwicklung der Papierherstellung im allgemeinen und bringen Abbildungen von Baumwoll-, Jute- und Holzzellulose. Die Untersuchungen haben ergeben, daß dasjenige Papier elektrisch am besten ist, welches hinsichtlich Feinheit und Reinheit der Faser am vollkommensten ist. Aus einer graphischen Darstellung läßt sich erkennen, daß Papiere aus reiner Baumwolle eine größere elektrische Festigkeit besitzen als Papiere aus Sulfitzellstoff, Manilafaser und Jute, die Proben wurden vorher 24 h bei 80 °C getrocknet und unter Öl von 20 °C und 90 °C durchschlagen. Dünne Papiere sind spezifisch besser als dicke. Holzstoff ist für elektrische Stoffe ungeeignet. Von einer großen Anzahl der gebräuchlichen Papiersorten und von Asbestpapieren sind in Tafeln die elektrischen und mechanischen Eigenschaften zusammengestellt. Das Altern der Papiere wird graphisch veranschaulicht, indem die Erwärmungszeiten bis 120 h bei Temperaturen bis zu 115 °C mit den Reißfestigkeiten verglichen werden. Papiere aus Baumwollzellstoff verhalten sich auch hier am günstigsten. Dann zeigt eine Tafel, daß die Papiersorten durch eine Imprägnierung elektrisch fester werden, besonders infolge einer Tränkung mit Transformatoröl. Die mechanischen Eigenschaften von Holzzellulose-Papieren fallen bei einer Dauererwärmung auf 140 °C innerhalb 24 Wochen fast linear bis auf den Wert Null. (A. R. Dunton u. A. W. Muir, Electrician Bd. 103, S. 419.) *Btm.*

Energiewirtschaft.

Der Elektro-Großhandel im Jahre 1931 und in den ersten Monaten des Jahres 1932. — Das Institut für Konjunkturforschung veröffentlicht in dem Fachblatt „Der Elektro-Großhändler" Entwicklungsziffern über Umsatztätigkeit, Einkauf, Lagerhaltung, Verkaufsleistung und Kostengestaltung im Elektro-Großhandel. Auf Grund der Tatsache, daß die Anzahl der Wohnungsbauten in 96 deutschen Groß- und Mittelstädten von 153 050 im Jahr 1930 auf 115 509 im letzten Jahr, die Zahl der Wohnungsbauerlaubnisse von 121 251 auf 57 824 oder von 17 396 im 1. Quartal 1931 auf nur 5683 im 1. Vierteljahr 1932 zurückgegangen ist, wird für die Zukunft mit einem weiteren Sinken der Umsätze des Beleuchtungs- und Elektrohandels gerechnet. Setzt man den Durchschnitt 1927 = 100, so beträgt in den 4 Jahren 1928 ... 1931 das Aufkommen aus der Leuchtmittelsteuer 115,3, 112,1, 98 und 82,9, die Umsätze im Elektro- und Beleuchtungseinzelhandel 107, 104, 84,4 und 67,4; der Umsatzrückgang dem Vorjahr gegenüber ist beträchtlich, obwohl der Absatz von Rundfunkgeräten 1931 noch leicht gestiegen sein dürfte.

Die Verkaufsleistung im Elektro-Großhandel ist weniger stark zurückgegangen als der Umsatz, da die Wirtschaftslage Personalverminderungen nötig machte. Besonders tritt dies bei den kaufmännischen Angestellten zutage. Der Umsatz je kaufmännisch beschäftigte Person betrug 33 730 gegen 33 930 im Vorjahr, je beschäftigte Person überhaupt 26 160 gegenüber 2873. Interessante Ziffern über die Umsatzbewegung und das Verhältnis des Wareneingangs und des Lagerbestandes zum Umsatz zeigen die 3 ersten Spalten der Zahlentafel 1.

Der Umsatz des Großhandels in elektrotechnischen Geräten und Materialien hat (1927 = 100) 1931 80,7 gegen 104,3 im Vorjahr betragen, somit einen Rückgang um 23,6 % erfahren.

Der Wareneingang ist von 78 % des Umsatzes in den 3 Vorjahren auf 74,4 % im Jahr 1931 gesunken, ist also infolge der vorsichtigen Einkaufspolitik stärker zurückgegangen als der Umsatz. Dagegen ist der Wert der Lagerbestände von 144,3 % des durchschnittlichen Monatsumsatzes 1930 auf 152 im Jahr 1931 gestiegen, also nicht im gleichen Maße zurückgegangen wie der Umsatz. Das im Lager investierte Kapital ist 8mal umgeschlagen worden. Wie die ersten Ergebnisse des laufenden Jahres beim Vergleich mit den entsprechenden Monatsergebnissen des Vorjahres erkennen lassen, wird man 1932 mit einem geringeren Umschlag des Lagers, d. h. mit einer längeren Lagerdauer rechnen müssen.

Zahlentafel 1. Die Entwicklung des Elektro-Großhandels.

Zeit	Umsatzbewegung im Elektro-Großhandel 1927 = 100	Wareneingang zu Einkaufswerten in % des Umsatzes	Lagerbestand zu Einkaufswerten in % des Umsatzes	Gesamtkosten in % des Umsatzes
1928 J-D.	110,1	78,3	143,0	16,1
1929 J-D.	115,0	78,1	136,9	16,8
1930 J-D.	104,3	78,0	144,3	18,4
1931 J-D.	80,7	74,4	152,0	20,3
1931 Jan.	95,1	71,2	154,3	18,8
Febr.	71,4	72,8	186,1	22,1
März	75,7	74,8	171,1	21,4
April	70,7	70,5	172,0	22,2
Mai	68,7	71,6	168,0	22,2
Juni	66,5	77,4	185,7	21,9
Juli	71,0	73,6	152,7	21,4
August	69,6	72,5	163,6	20,4
September	87,6	75,6	129,2	16,8
Oktober	95,4	78,8	121,0	17,8
November	104,5	82,5	110,9	15,4
Dezember	92,4	71,7	109,2	19,2
1932 Januar	63,3	71,3	180,5	21,9
Februar	53,1	79,9	196,0	22,0

Die Spalte 1 der Zahlentafel 1 ließ erkennen, daß der Umsatz 1931 um 23,6 % zurückgegangen ist, während, wie die letzte Spalte zeigt, die Gesamtkosten von 16,8 % des Umsatzes im Jahr 1929 auf 18,4 % im Jahr 1930 und 20,3 % im letzten Jahr sich erhöht haben. Es war also die Umsatzschrumpfung stärker als die Kostensenkung. In Zahlentafel 2 ist eine Aufgliederung der Kosten des Elektro-Großhandels in einzelne Kostenarten für 1931 im Vergleich mit dem Vorjahre in % des Umsatzes und in % der Gesamtkosten vorgenommen worden. Sie zeigt, daß der Anteil des Postens Gehälter der Geschäftsführung und Entnahmen der Inhaber von 2,6 % des Umsatzes im Vorjahr auf 1,5 % des stark verringerten Umsatzes im letzten Jahr, bzw. von 14,1 % der Gesamtkosten auf 7,4 % gesenkt wurde. Die Gehälter für technische und kaufmännische Angestellte betrugen nur 29,5 % der Gesamtkosten gegen 32,7 % im Vorjahr. Außerdem wurden der Anteil der Ausgaben für Autos und Gespanne sowie für Heizung, Licht, Kraft und Wasser herabgesetzt. Stark haben sich dagegen anteilmäßig die Miete und Abschreibungen auf zweifelhafte

[1] P. Drude, Ann. Physik Bd. 13, S. 541 (1904).

Zahlentafel 2. Aufgliederung der Kosten des Elektro-Großhandels für das Jahr 1930 und 1931.

Kostenarten	1930 in % des Umsatzes	1930 in % der Gesamtkosten	1931 in % des Umsatzes	1931 in % der Gesamtkosten
Gehalt der Geschäftsführer und Entnahmen der Inhaber	2,6	14,1	1,5	7,4
Gehalt des kaufm. Personals	4,5	24,5	} 6,0	} 29,5
Gehalt des techn. Personals	1,5	8,2		
Löhne der Arbeiter	—	—	1,3	6,4
Soziallasten	0,6	3,3	0,7	3,4
Miete, Mietwert	1,1	6,0	1,7	8,4
Heizung, Licht, Kraft, Wasser	0,3	1,6	0,2	1,0
Annoncen, Reklame	0,3	1,6	0,6	3,0
Telephon, Telegramme, Porti	0,8	4,3	0,9	4,4
Auto, Gespanne: Abschreibung, Reinigung usw.	1,3	7,1	1,0	4,9
Versicherung (Feuer-, Kredit- usw.)	0,2	1,1	0,2	1,0
Gewerbe- und Umsatzsteuer	1,0	5,4	1,2	5,9
Büromaterial	0,3	1,6	0,4	2,0
Reise- und Repräsentationskosten	1,2	6,5	1,4	6,9
Abschreibungen für zweifelhafte Forderungen	1,3	7,1	2,0	9,8
Zinsen für fremdes Kapital und Bankspesen	—	—	—	—
Sonstiges	1,4	7,6	0,6	3,0
Gesamtkosten	18,4	100,0	20,3	100,0

Forderungen erhöht; der Anteil der Reklamekosten an dem Umsatz und an den Gesamtkosten hat sich im letzten Jahr sogar verdoppelt. (Der Elektro-Großhändler Bd. 4, S. 15.) *Al.*

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[1]. — Im Juni 1932 sind von den 122 Elektrizitätswerken 22,1 Mill kWh (2,3 %) weniger als im Vormonat und 138,6 Mill kWh (13 %) weniger als im Parallelmonat von 1931 erzeugt worden; die Verringerung stellte sich arbeitstäglich auf 3,977 Mill kWh (10 %) bzw. 5,328 Mill kWh (13 %). Für das erste Halbjahr 1932 ergibt sich eine Gesamtproduktion der erfaßten Werke von 6220 Mill kWh, d. s. 13 % weniger als in der gleichen Periode des Vorjahres (7179 Mill kWh) und 24 % weniger als im ersten Halbjahr 1930. Der Anschlußwert der von 103 Werken versorgten gewerblichen Abnehmer hat sich im Mai gegen den April um 1000 kW gesenkt, war aber um 0,157 Mill kW (3,4 %) größer als im Mai 1931. Bezüglich des Verbrauchs dieser Konsumenten ist eine Abnahme um 7,4 Mill kWh gegenüber dem Vormonat und um 62 Mill kWh (14 %) im Vergleich mit dem Mai 1931 festzustellen, die gegen diesen arbeitstäglich 2,583 Mill kWh (14 %) ausmachte; dagegen ergibt die ungewöhnlich hohe Zahl von Sonn- und Feiertagen gegenüber dem April eine Steigerung des arbeitstäglichen gewerblichen Verbrauchs um 0,937 Mill kWh (6 %). *fm.*

Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh: insgesamt		arbeitstäglich		Anschlußwert und Verbrauch der von 108 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer: Anschlußwert Mill kW		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931
I.	25	26	1137,8	1357,6	45,5	52,2	4,7	4,6	389,5	462,5	15,6	17,8	3,3	3,9
II.	25	24	1079,6	1208,5	43,2	50,4	4,8	4,6	387,4	438,5	15,5	18,3	3,3	4,0
III.	25	26	1058,5	1266,9	42,3	48,7	4,7	4,6	385,6	458,8	15,4	17,6	3,2	3,8
IV.	26	24	1012,7	1133,2	38,9	47,2	4,8	4,6	388,8	440,2	14,9	18,3	3,1	4,0
V.	24	24	976,8	1104,5	40,7	46,0	4,8	4,6	381,4	443,4	15,9	18,5	3,3	4,0
VI.	26	26	954,7	1093,3	36,7	42,0	.	4,6	.	462,3	.	17,8	.	3,9

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1129; 1932, S. 827.

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Gesetzentwurf zum Schutze des Ingenieurtitels in Frankreich. — In Frankreich bestehen seit 1919 Bestrebungen, den Titel „Ingenieur" gegen mißbräuchliche Anwendung zu schützen. Nach Vorarbeiten hat jetzt die Regierung der Deputiertenkammer einen Gesetzentwurf vorgelegt, der im wesentlichen folgende Bestimmungen enthält:

Personen, die den Titel „ingénieur diplômé" führen, müssen unmittelbar anschließend einen der vom Staate geschaffenen oder anerkannten Ingenieurtitel oder eine der in dem Gesetze vorgesehenen Bezeichnungen (auch in gesetzlich zugelassenen Abkürzungen) anfügen. Es wird also nicht ganz allgemein der Titel „Ingenieur" geschützt, sondern nur der Titel eines diplomierten Ingenieurs, dem zur Klarstellung der Bedeutung auch noch ein Hinweis auf die Schule gegeben werden muß. Die Schulen bzw. Hochschulen, die einem Absolventen diesen Titel verleihen dürfen, werden durch eine Kommission bestimmt, die die Lehrpläne und den Unterricht durch Beauftragte inspiziert. Gegen die Entscheidung ist Beschwerde bei einer Kommission des Unterrichtsministeriums zulässig. Die Genehmigung zur Erteilung solcher Ingenieurdiplome kann zurückgezogen werden, wenn nach Bericht eines Prüfbeamten die betreffende Schule nicht mehr den Anforderungen genügt. Ausländische Diplome oder Titel können vom Staate zugelassen werden; dann muß dem Titel aber das Heimatland beigefügt werden. Technische Schulen mit brieflichen Unterrichtskursen können ausnahmsweise vom Minister die Genehmigung erhalten, das Diplom solchen Absolventen zu erteilen, die ein Examen bestanden haben und als Techniker 3 Jahre in ihrem Spezialzweig praktisch tätig waren, wovon mindestens die Hälfte vor dem Examen durchgeführt sein muß. In solchen Fällen müssen aber für das Examen ständige genügende Garantien gegeben werden. Für ehemalige Absolventen oder während des Inkrafttretens des Gesetzes noch studierende Personen solcher Anstalten sollen Übergangsbestimmungen getroffen werden. Autodidakten, freie Hörer verschiedener Schulen o. dgl., die eine fünfjährige praktische Tätigkeit als Techniker nachweisen können, können durch eine Prüfung beim Conservatoire national des Arts et Métiers das Ingenieur-Diplom erhalten.

Die Diplom-Bescheinigungen müssen an einer Zentralstelle hinterlegt werden. Ohne eine solche Deponierung darf der Diplomtitel nicht geführt werden. Eine Ausnahme hiervon bilden die vom Staate selbst geschaffenen oder anerkannten Ingenieurtitel.

Für jede der zugelassenen Schulen wird eine Abkürzungsbezeichnung vereinbart, die hinter dem Titel geführt werden muß, also beispielsweise „ingénieur diplômé E.C.P.". Unbefugte Titelführung wird mit Strafe belegt. Für elsässische oder lothringische Ingenieure kann der Kultusminister die Genehmigung zur Benutzung solcher Ingenieurdiplome geben, die ihnen durch ausländische Schulen erteilt worden sind, an denen sie vor dem Versailler Vertrag ihr Studium begonnen oder durchgeführt haben.

Der Gesetzentwurf trägt den Schwierigkeiten Rechnung, die sich aus der Vielspältigkeit des technischen Schulwesens in Frankreich ergeben. Es bleibt abzuwarten, in welcher Form er Gesetz werden wird. Immerhin ist es angesichts ähnlicher Bestrebungen in Deutschland interessant, daß man in Frankreich den Ingenieurtitel nicht ohne Zusatz unter Schutz stellen will. (Rev. gén. Électr. Bd. 32, S. 91.)

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

„Wohltätigkeitsfest der Technik"

am Sonnabend, dem 5. November 1932.

Die technisch-wissenschaftlichen Vereine in Berlin veranstalten auch in diesem Jahre ein „Wohltätigkeitsfest der Technik" zugunsten der Hilfskassen für die in Not geratenen Fachgenossen und deren Angehörige. Wir bitten, sich den Tag der Veranstaltung (5. November) vorzumerken und freihalten zu wollen. Für jede Teilnehmerkarte, die durch uns für das Fest entnommen wird, erhält unsere Hilfskasse einen Anteil des Ueberschusses. So hoffen wir, daß auch in diesem Jahre durch einen guten Besuch der Wohltätigkeitsveranstaltung ein erheblicher Überschuß erzielt werden möge.

Besondere Einladungen werden demnächst ergehen.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.



Betr.: Installations-Selbstschalter.

Die Veröffentlichung in der ETZ 1932, S. 950, über die Installations-Selbstschalter mit dem Ursprungszeichen „Sursum" der Firma Leyhausen & Co., Elektrotechnische Spezialfabrik, Nürnberg, enthält Unklarheiten. Der richtiggestellte Text lautet:

Lt. Mitteilung des Elektrischen Prüfamtes 3, München, entsprechen die nachstehend aufgeführten Installations-Selbstschalter mit dem Ursprungszeichen „Sursum" der Firma Leyhausen & Co., Elektrotechnische Spezialfabrik, Nürnberg, den seit dem 1. VII. 1930 geltenden Leitsätzen des VDE für Installations-Selbstschalter (VDE 445):

Installations-Selbstschalter für 15 A, 250 V Gleichspannung, 380 V Wechselspannung, mit thermischer und hiervon unabhängiger elektromagnetischer Auslöseeinrichtung, Ausführungsformen

P, Schraubstöpsel

PE, mit Elementsockel, vorderseitigem Klemmenanschluß, für Schalttafel-Einbau

PS, mit Elementsockel und rückseitigem Bolzenanschluß.

Prüfzeit: Juli/August 1932.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. S. 13. X. 1932, abds. 8¼ h, Bierhaus Engelhardt: Lichtbildervortrag Dr.-Ing. G. Lehmann, „Die Ursache von Gewitterstörungen an Hochspannungsleitungen und die Untersuchung von Grundwasserfragen mit der Wünschelrute".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 11. X. 1932, abds. 8 h, Techn. Hochschule, Elektrotechn. Inst., Hörsaal 42: Vortrag Dipl.-Ing. Kircher, „Lichttechnische Ausgestaltung der Lichtreklame".

Elektrotechn. Verein d. rhein.-westf. Industriebezirks e. V., Essen. 12. X. 1932, abds. 7½ h, Haus der Technik, Essen: Vortrag Dr. Birnbaum, „Neuere Bauarten von Starkstromkabeln" (Referat) und Vortrag Dr.-Ing. Schleicher, „Die elektrische Fernbedienung im weiteren Sinne und ihr Einfluß auf die Gestaltung der Elektrizitätserzeugung, ihrer Verteilung und ihrer Benutzung" (Hauptvortrag).

Verein deutscher Ingenieure, Berlin. 15. u. 16. X. 1932, Techn. Hochschule, Berlin: Wissenschaftliche Tagung mit 15 Vorträgen. Teilnehmergebühr für VDI-Mitglieder 4 RM, für Nichtmitglieder 6 RM. Auskunft erteilt die Geschäftsstelle: Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27.

LITERATUR.

Besprechungen.

Kolloidchemische Technologie. Ein Handbuch kolloidchemischer Betrachtungsweise in der chem. Industrie u. Technik. Herausg. v. Dr. R. E. Liesegang unt. Mitarb. v. zahlr. Fachgenossen. 2., vollst. umgearb. Aufl. Mit 376 Abb., 2 Taf. u. zahlr. Tab., VIII u. 1085 S. in gr. 8⁰. Verlag Theodor Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1932. Preis geh. 68 RM, geb. 72 RM.

Das ausgezeichnete Werk liegt mit dem Erscheinen der 13. Lieferung jetzt vollständig vor. Der Umfang dieser zweiten, gründlich umgearbeiteten Auflage wurde, trotz der Bereicherung durch eine Reihe neuer Kapitel, nicht wesentlich erweitert. Das war nur möglich durch Weglassung des theoretischen Teiles. Ein Nachteil erwächst der Neuauflage durch diese Beschränkung nicht, da es an zahlreichen theoretischen Einführungen in die Kolloidchemie nicht fehlt.

Das Kapitel von J. Reitstötter über die Herstellung kolloider Lösungen anorganischer Stoffe wurde in einen kurzen Überblick zusammengefaßt, da eine ausführliche Behandlung in Wo. Ostwalds Handbuch vorgesehen ist. Der im theoretischen Teil der ersten Auflage enthaltene Abschnitt über Elektro-Osmose von Erw. Mayer wurde gemeinsam mit N. Schönfeld bearbeitet und in wesentlich gekürzter Form in die neue Auflage übernommen. Die Unterabschnitte über elektro-osmotische Imprägnierung und Gewinnung von Reinglyzerin bedürfen nochmaliger Durchsicht. Ein Hinweis über die Aufnahme des elektro-osmotischen Gerbverfahrens von seiten der Industrie wäre von Interesse. In der vorliegenden Auflage sind neu hinzugekommen die Abschnitte über Adsorptions- (Entfärbungs-) Mittel (mit Ausnahme der Aktivkohle) von P. Mautner, — Putzmittel von C. Lüdecke, — Plastizität und Plastizierung von J. Obrist, — Gips von P. Neuschul, — Lipoide von B. Rewald, — Zuckerindustrie von E. Gundermann, Mehl und Brot von E. Berliner, — Pflanzenschutz von A. Chwala, — Düngemittel von A. Retter, also eine sehr wertvolle Bereicherung des Inhalts gegenüber der ersten Auflage.

Der Vergleich der ersten mit der vorliegenden Auflage zeigt unverkennbar das stetige Vordringen der kolloidchemischen Betrachtungsweise in immer neue Gebiete der Industrie und Technik. Wir stehen mitten in dieser Entwicklung. Dem Buch ist deshalb die beste Aufnahme in weiten Kreisen vorauszusagen und große Verbreitung zu wünschen.

Im Schlußwort weist R. E. Liesegang auf die Anregungen hin, die auch der Spezialfachmann beim Lesen der ihm fernerstehenden Teile des Buches findet, und gibt zahlreiche Beispiele dafür. Die Fülle von Anregungen, welche das Buch mit seinem Schlußwort bietet, verleiht ihm in der Tat seinen besonderen Wert. Jenny.

Einführung in die Mechanik fester elastischer Körper und das zugehörige Versuchswesen (Elastizitäts- u. Festigkeitslehre). Von Prof. Dr. R. Girtler. Mit 182 Textabb., VIII u. 450 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Wien 1931. Preis geb. 29 RM.

Die vorliegende Elastizitäts- und Festigkeitslehre ist entstanden aus Vorlesungen, die der Verfasser an der Deutschen Technischen Hochschule in Brünn in einer Reihe von Jahren gehalten hat. Nach einer Einführung in die verschiedenen Arten der auftretenden Kräfte, die dadurch bedingten Verformungen und hervorgerufenen inneren Beanspruchungen, wird die Kinematik des elastischen festen Körpers behandelt. Sehr eingehend wird die Lehre vom Gleichgewicht und von der Formänderungsarbeit vorgetragen. Dem Gültigkeitsbereich des Hookeschen Gesetzes sind mehrere Kapitel mit anschaulichen Abbildungen von Fließfiguren und Bruchformen gewidmet. Der Schluß des ersten Hauptabschnittes bringt elastokinetische Probleme, wobei insbesondere die verschiedenen Stoßtheorien erörtert werden. Der zweite Teil des Buches beschäftigt sich mit der Berechnung gerader Stäbe. Hier werden die Beanspruchungen und Formänderungen gerader Stäbe bei den verschiedenen Belastungsarten untersucht. Auch das zugehörige Versuchswesen erfährt eine eingehende Behandlung. Dann folgen die Berechnung statisch unbestimmter Stabwerke und einige dynamische Probleme, wie z. B. Längs- und Verdrehschwingungen eines geraden Stabes.

Text und Ableitungen sind im Hinblick darauf, daß das Buch in erster Linie für Studierende als Einführung in das Gebiet der Mechanik elastischer Körper geschrieben ist, leicht verständlich gehalten. Die Abbildungen sind klar. Eine häufigere Erklärung des Dargestellten durch Unterschriften würde ihren Wert wesentlich erhöhen. Die Verflechtung von lehrendem Text mit Anwendungsbeispielen und dem Versuchswesen gestaltet das Ganze sehr anschaulich. Ein stärkeres Hervorheben der Lehrsätze, z. B. durch anderen Druck, würde allerdings den Überblick über das ganze Gebiet erleichtern. Alles in allem kann aber das Buch zum Studium des angegebenen Gebietes sehr empfohlen werden.

Horst Müller.

Internationale Sprachnormung in der Technik, besonders in der Elektrotechnik. Von Dr.-Ing. E. Wüster, herausg. m. Unterstützung d. Akademie d. Bauwesens. Mit Taf. (15) u. 431 S. in gr. 8⁰. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1931. Preis geb. 20 RM.

Grundlegend für das ganze Werk ist die Unterscheidung von Edelsprache, der Sprache der schöngeistigen Schriftsteller, und Zwecksprache, für die Zwecke des täglichen Lebens, wo alles darauf ankommt, daß das gesprochene oder geschriebene, gedruckte Wort mit dem geringsten Aufwand verstanden wird. Welche Anforderungen an eine brauchbare Zwecksprache vom Gesichtspunkt des In-

genieurs und insbesondere des Elektrotechnikers zu stellen sind, wird in dem inhaltreichen Buche mit peinlicher Sorgfalt untersucht. Wenn das Buch dem Andenken von Georg Klingenberg gewidmet ist, so werden alle, die wissen, in welchem Maße die bezüglichen Arbeiten beim VDE von Klingenberg gefördert wurden, diese nachträgliche Zueignung als vollberechtigt empfinden. Soll das Buch seine volle Wirkung ausüben, müßte es in alle Kultursprachen übersetzt werden. Aber nicht nur in andre Sprachen, sondern auch, wenn ich so sagen darf, in andre Kulturkreise sollte das Buch übertragen werden: die zunehmende Verflechtung der wirtschaftlichen Beziehungen erfordert insbesondre auch eine genaue Kenntnis der Gesetze der andern Länder; und wenn es auch leichter ist, Forderungen aufzustellen, als sie zu erfüllen oder wenigstens die Verfahren anzugeben, nach denen sie verwirklicht werden könnten, möchte ich diesen Wunsch in dieser kurzen Würdigung ebensowenig unterdrücken, wie einen andern: mögen sich bei uns und anderwärts auch die Herren Sprachgelehrten mit dem Buche auseinandersetzen und der Technik die Ergebnisse ihrer Arbeit zur Verfügung stellen. Das Buch hat zwar auf einem Sprachgelehrtenkongreß, der in diesem Sommer in Genf war, bereits Beachtung gefunden, doch möchte ich der Hoffnung Ausdruck geben, daß auch der im Jahre 1932 tagende internationale Elektrotechniker-Kongreß sich mit den von Wüster in so überzeugender und erschöpfender Weise vorgetragenen Fragen befaßt.

Es ist hier nicht der Ort zur Behandlung von Einzelheiten, bei denen etwa auch von Wüster abweichende Anschauungen denkbar sind; es wäre vielleicht für manche Leser angenehmer gewesen, wenn die zahlreichen Beispiele in russischer Sprache auch in lateinischen Lettern beigefügt worden wären. Die Einteilung des Buches ist nach dem Vorgange des führenden Sprachforschers Prof. Jespersen-Kopenhagen nach einem eigens dazu bearbeiteten Dezimalsystem angelegt, so daß bei späteren Auflagen die Bezeichnung der Haupt- und Unterabteilungen die gleiche bleibt. Außer je einem sehr ausführlichen Namen- und Organisationenregister ist eine sonst nur bei Zeitschriftenaufsätzen und Patentschriften übliche „Zusammenfassung“, kapitelweise, in Deutsch und in Esperanto beigefügt: und ich würde den Inhalt des bedeutsamen Werkes unvollständig gekennzeichnet haben, wollte ich verschweigen, daß Wüster auf Grund seiner jahrelangen und eingehenden Studien zu dem Schlusse gelangt, daß eigentlich nur eine „Plan“sprache die hier vorliegende schwierige Aufgabe in befriedigender und gleichzeitig in gerechter Weise zu lösen erlaubt. Das Wüstersche Buch gibt uns die Möglichkeit, diese etwas heikle Sprachenangelegenheit auf wissenschaftlicher Grundlage zu behandeln und der Lösung zuzuführen: dafür wird ihm die Gegenwart und mehr noch das kommende Geschlecht Dank wissen. J. Hanauer.

Eingegangene Doktordissertationen.

Rudolf Klein, Kathodenoszillographische Messungen über die Beanspruchung von Spulen durch Sprungwellen. T. H. Dresden 1931.

Jusuke Ohkohchi, Untersuchung des Eindringens von Wanderwellen in eine Transformatorwicklung. T. H. Dresden 1931. (Sonderdr. aus Memoirs of the Ryojun College of Engineering 1931, Bd. 4, H. 4. Techn. Hochschule Port Arthur. Druck v. Manchuria Daily News, Dairen 1931.)

Friedrich Beck, Rückschlüsse auf die Dauerzugfestigkeit von Drähten, Litzen und Seilen auf Grund von Dauerversuchen. T. H. Breslau 1930.

Hans-Helmut Grix, Härteprüfungen an elektrischen Schweißverbindungen. T. H. Berlin 1932.

Wladimir Lubimoff, Über rechnerische und zeichnerische Ermittlungen der Fahrzeiten von Eisenbahnzügen T. H. Berlin 1932. (Die Dissertation erscheint in derselben Fassung als selbständiges Buch.)

Kurt Müller, Ölmengenmessungen an Ringschmierlagern. T. H. Berlin 1930.

Moritz Niemeier, Ermittlung der Fahrzeiten und des Energiebedarfs von Eisenbahnzügen. T. H. Berlin 1931.

Herbert Queißer, Die Grundlagen der Dampferzeugung beim kritischen Druck. T. H. Berlin 1931.

Georg Fischer, Versuche über die Wirkung von Kerben an elastisch beanspruchten Biegestäben. T. H. Aachen 1931. (Erscheint gleichzeitig als selbständige Veröffentlichung im VDI-Verlag, Berlin.)

Felix Gapinski, Die Stellung der deutschen Elektro-Industrie innerhalb der internationalen Elektro-Wirtschaft in der Gegenwart. Universität Köln 1931.

Ludwig Levite, Über die Eignung der schnellaufenden Kolbenmaschine als Vorschaltstufe für Hochdruckdampfbetrieb. T. H. Zürich 1932.

Remus Basiliu Răduleţ, Zur Theorie der eisenlosen Induktionsöfen. T. H. Zürich 1931.

Georg Ritz, Über die Eignung des Vorkammer-Dieselmotors zum Schnellauf für Wagenbetrieb. T. H. Aachen 1932.

Paul Rosenlöcher, Beiträge zum Luftdurchschlag: Untersuchung von Oberflächenentladung bei Stoßspannung, Messung der beim elektrischen Luftdurchschlag übergegangenen Elektrizitätsmenge. T. H. Aachen 1930. (Sonderdr. aus „Arch. Elektrotechn.“ 1932, Bd. 26, H. 1 u. 2, Verlag Julius Springer, Berlin.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Gesteigerte industrielle Elektrisierung in den V. S. Amerika. — Nach den soeben veröffentlichten Ergebnissen des Census Manufactures hat sich von 1927 bis 1929 die gesamte Kapitalleistung aller industriellen Anlagen der V. S. Amerika von 38,83 auf 42,93 Mill PS erhöht. Hiervon entfielen auf Primärkraftmaschinen 20,16 Mill PS gegenüber 19,69 zwei Jahre vorher. Erheblich stärker erhöhte sich die Leistung derjenigen Elektromotoren, die mit Fremdstrom betrieben werden, nämlich von 19,13 auf 22,78 Mill PS; ihre Zahl stieg von 2,15 auf 2,72 Mill. Eine etwas geringere Zunahme erfuhr die Leistung der mit betriebseigenem Strom gespeisten Elektromotoren, nämlich von 11,21 auf 12,38 Mill PS; ihre Zahl erhöhte sich von 791 000 auf 852 000. Die betriebseigenen Elektrizitätsanlagen, die in den V. S. Amerika gegenüber den Public Utility Companies eine wesentlich geringere Rolle spielen als in Deutschland, haben auch in den Jahren 1927/29 der Leistung nach eine Vergrößerung erfahren, nämlich von 7,37 auf 7,79 Mill kW, der Zahl nach sind sie dagegen weiter zurückgegangen, nämlich von 19 105 auf 17 270. Im Jahre 1925 betrug die Zahl der betriebseigenen Anlagen 23 635, ihre Leistung aber nur 6,89 Mill kW. Von der gesamten industriellen Kapitalleistung entfielen 1929 auf die mit Fremdstrom betriebenen Elektromotoren 53 %, auf sämtliche Elektromotoren 81,8 %. *A. Fr.*

Rumäniens Elektroindustrie. — Nach einer amtlichen Erhebung gab es im Jahre 1930[1] in Rumänien 3646 industrielle Unternehmungen mit einer Arbeiterzahl von 174 227. Die elektrotechnische Industrie nimmt innerhalb dieser Gesamtziffern nur einen bescheidenen Platz ein. Es wurden nur 20 elektrotechnische Unternehmungen mit 797 Beschäftigten ermittelt; die vorhandene Antriebsleistung belief sich auf 2000 PS, d. h. auf nur 1 % der für die gesamte Industrie ermittelten Leistung. Nachfolgend sind die Anlagen und Produktionswerte der Elektroindustrie denen der gesamten Industrie gegenübergestellt.

Angaben für die rumänische Elektroindustrie in Mill RM[2].

	Elektroindustrie	Gesamtindustrie
Investiertes Kapital	1,92	1 010,72
Wert der Löhne und Gehälter	0,95	172,93
Wert der Brennstoffe	0,12	52,56
Wert der Rohstoffe	1,92	621,48
Wert der Produktion	3,88	1 204,01

A. Fr.

[1] ETZ 1931, S. 1399.
[2] Durchschnittswert 1930: 1 RM = rd. 40 Lei.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 34: Wer stellt Rollen aus verzinntem Eisen- oder Aluminiumblech zum Aufwickeln von Emaildraht her?

Abschluß des Heftes: 30. September 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Mehrleiter-Durchführungs-Stromwandler mit hoher Kurzschluß-Sicherheit.

Mitteilung der AEG.

An die Betriebsicherheit der Stromwandler sind, wie auch bei anderen Hochspannungsgeräten, in den letzten Jahren immer größere Anforderungen gestellt worden. Sie sind begründet durch den weitgehenden Ausbau der Erzeugeranlagen, die starke Vermaschung der Erzeugernetze und Absatzgebiete und durch die schweren und kostspieligen Störungen in der Energieversorgung, zu denen ein Versagen der Stromwandler führen kann.

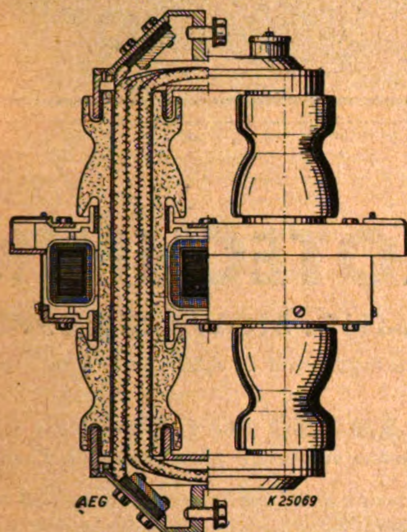


Abb. 1. Mehrleiter-Durchführungs-Stromwandler Form DS, Schnittbild.

Da Stromwandler in gleicher Weise wie Hochspannungschalter im Zug der Leitungen liegen, sind sie Ueberspannungen und Kurzschlußströmen in vollem Maße ausgesetzt. Insbesondere hat die Frage der Kurzschlußsicherheit neben der Forderung ausreichender Spannungsicherheit in den letzten Jahren eine außerordentliche Bedeutung erlangt, vor allem infolge weitgehender Steigerung der Kurzschlußleistungen der Netze, verbunden mit dem Streben nach größter Betriebsicherheit.

Tritt in einer Anlage ein Kurzschluß auf, so steigt der Strom zunächst zu einer mehr oder weniger ausgeprägten Spitze, dem Stoß-Kurzschlußstrom, an und klingt alsdann auf einen stationären Wert, den Dauerkurzschlußstrom, ab. Der Stoßstrom beansprucht einen Wandler im wesentlichen in dynamischer, der Dauerkurzschlußstrom in thermischer Hinsicht.

Eine dynamisch vollkommene Kurzschlußsicherheit haben Einleiterwandler, bei denen Kern und Sekundärwicklung konzentrisch zum Primärleiter angeordnet sind. Ihre Sekundärleistung nimmt jedoch mit sinkendem Nennstrom derart ab, daß es unterhalb einer bestimmten Stromstärke, ohne zu großen Abmessungen und hohen Preisen zu gelangen, nicht mehr möglich ist, eine genügende Leistung bei guter Genauigkeit zu erreichen. Infolgedessen ist es in diesen Fällen durchweg vorteilhaft, Wandler zu verwenden, die primärseitig nicht aus einem einzigen Leiter, sondern aus mehreren Windungen bestehen, wobei allerdings in Kauf genommen werden muß, daß innerhalb der Primärwicklung und je nach der Bauart auch zwischen der Primär- und Sekundärwicklung im Falle eines Kurzschlusses Kräfte auftreten, die den Wandler dynamisch beanspruchen. Mit ihren Mehrleiter-Durchführungs-Stromwandlern, Form DS, insbesondere mit der in Abb. 1 dargestellten Form, die gegen frühere Ausführungen wesentlich verkürzt wurde, hat die AEG Wandler geschaffen, die den Forderungen, welche die heutige Praxis an die Kurzschlußsicherheit von Stromwandlern stellt, weitgehend entsprechen. Durch eine Teilung des Eisenkerns (DRP) und eine besondere Unterteilung der Sekundärwicklung (DRP) war es möglich, bei diesen Wandlern die Amperewindungszahl, unter Innehalten gleicher Leistung und Genauigkeit, gegenüber ähnlichen Bauarten wesentlich zu verringern. Hierdurch wurde, abgesehen von den weiter unten angeführten Vorteilen, sowohl die dynamische als auch die thermische Kurzschlußsicherheit außerordentlich gesteigert.

Auf Grund von Kurzschlußprüfungen, die im Hochleistungsprüffeld der AEG an mehreren Wandlern Form DS vorgenommen worden sind, werden für die Grundform dieses Typs nachstehende Kurzschlußsicherheiten gewährleistet, wobei die Begriffserklärungen der REW 1932 zugrunde gelegt werden:

dyn. 250 bis 300 I_n, d. h. die Wandler sind einer ersten Amplitude vom 250- bis 300fachen Betrag der Amplitude des Nennstromes gewachsen;

therm. 100 I_n, d. h. sie halten während 1 s einen Kurzschlußstrom vom 100fachen Betrag des Nennstromes aus.

Hin und wieder, besonders bei kleinen Primär-Nennströmen, reichen diese Kurzschlußsicherheiten nicht mehr aus.

Durch zweckentsprechende Maßnahmen *), bei gleichzeitiger Verwendung einer folgerichtig aufgebauten, geschlossenen Typenreihe, ist es jedoch auch in diesen Fällen möglich, Wandler mit ausreichender Kurzschlußsicherheit und Sekundärleistung zu bauen. So stellt Abb. 2 einen Wandler der Reihe 20 dar, der bei einem Übersetzungsverhältnis von 20/5 A und einer Sekundärleistung von 7,5 VA in Klasse 1 nachstehenden Kurzschlußbeanspruchungen gewachsen ist:

Erste Stromamplitude: 50 000. $\sqrt{2}$ A, d. h. dyn. 2500 I_n.

Kurzschlußstrom während 1 s : 20 000 A, d. h. therm. 1000 I_n.

Die Sekundärleistungen, die sich bei vorgeschriebener Kurzschlußfestigkeit mit den vorgenannten verschiedenen Ausführungsformen der Typenreihe ergeben, können mittels eines Spezial-Rechenschiebers *) leicht und schnell ermittelt werden.

Neben der hohen Kurzschlußsicherheit sind als weitere Vorteile der DS-Wandler zu nennen:

kleiner Eigenverbrauch und niedrigohmiger Wanderwellen-Schutzwiderstand infolge der verhältnismäßig geringen Amperewindungszahl;

Brandsicherheit, da jedes Füllmaterial fehlt; hierdurch ist auch der Einbau in jeder beliebigen Lage möglich;

vereinfachte Leitungsführung und Vereinfachung der Meßzellenanordnung, da Stromwandler Form DS z. B. an Stelle von Durchführungs-Isolatoren in den Leitungszug eingebaut werden können.

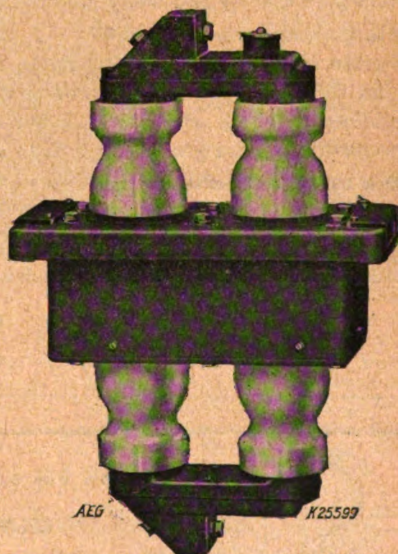


Abb. 2. Mehrleiter-Durchführungs-Stromwandler Form DS 20 f.

In bezug auf Spannungsicherheit entsprechen die Wandler Form DS in jeder Beziehung den VDE-Vorschriften, die gerade in den letzten Jahren eine außerordentliche Verschärfung erfahren haben.

*) AEG-Mitteilungen 1931, Heft 8, S. 491
AEG-Druckschrift Ms/v 17.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 13. Oktober 1932 | Heft 41

Das Laboratorium der Städt. Elektrizitätswerke München und das Elektrische Prüfamt 3.

Von C. Paulus, München.

Übersicht. Anläßlich der Erweiterung des Laboratoriums der Städtischen Elektrizitätswerke München bzw. des Elektrischen Prüfamtes 3 wird dessen Entstehung und Entwicklung besprochen. Anschließend folgt eine Beschreibung der technischen Einrichtungen.

Allgemeines.

Das Laboratorium der Städt. Elektrizitätswerke München und das damit verbundene Elektrische Prüfamt 3 war früher vollständig in dem nördlich vom Muffatwerk nahe der Zweibrückenstraße gelegenen Gebäude untergebracht; infolge Vergrößerung des Betriebes im Laufe der Jahre reichten die bisherigen Räume nicht mehr aus, und es mußte nach und nach eine Reihe von Arbeitstätten in Unterwerke verlegt werden. Mit der Errichtung eines neuen Unterwerkes im Norden der Stadt konnten zugleich Räume von einem Ausmaß erhalten werden, das die lange angestrebte Zusammenlegung der zerstreuten Arbeitsstätten und deren Ausbau ermöglichte.



Abb. 1. Prüf- und Werkstättengebäude an der Feilitzschstraße.

Die Fertigstellung des Baues und der Einrichtungen ist ein naheliegender Anlaß zu einem Rückblick auf die Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte des Laboratoriums und Elektrischen Prüfamtes.

Als im Jahre 1893 die ersten 21 elektrischen Stromzähler für die Läden im neuen Münchener Rathaus beschafft wurden, woselbst eben die elektrische Beleuchtung eingerichtet worden war, bestand für Überwachung und Unterhalt dieser wenigen Zähler zu sonderlichen Aufwendungen noch keine Veranlassung. Beträchtlich mehr Bedeutung kam der Zählerangelegenheit schon zu, als im Herbst des Jahres 1899 die öffentliche Elektrizitätsversorgung Münchens aufgenommen wurde. In diese Zeit fielen daher die ersten Anfänge einer eigenen Zähler- und Meßabteilung („Laboratorium") der damals unter Leitung des Stadtbaurats Uppenborn stehenden Städt. Elektrizitätswerke München. Außer der Auswahl und Beschaffung von Zählern geeigneter Bauart waren deren Nachprüfung, Aufstellung und ordnungsmäßiger Anschluß zu besorgen.

Die Errichtung und Erweiterung von Werkanlagen, Straßenbeleuchtung, Verteilungskabelnetz usw. brachte auch eine Reihe von Meßarbeiten und Untersuchungen für das Laboratorium mit sich, wie Beleuchtungsmessungen, Isolationsprüfungen an Kabeln, Isolatoren und ähnliches. Für Zählerprüfung und die eben erwähnten anderen Meßzwecke standen nur 2 Zimmer in dem Betriebsdienstgebäude des Muffatwerkes zur Verfügung. Bereits im April 1898 aber umfaßte das Laboratorium sämtliche Räume des erwähnten Dienstgebäudes, da in dem neu erbauten großen Dampfkraftwerk von rd. 7000 PS an der Staubstraße (späteren Isartalstraße) entsprechende Räumlichkeiten für die Betriebsabteilung der Werke geschaffen worden waren.

Zur Kennzeichnung des Umfanges der Stromlieferung zu dieser Zeit sei angeführt, daß für Beleuchtung an Strombezieher einschließlich der städtischen Gebäude 253 000 kWh im Betriebsjahr 1898 abgegeben wurden und zu dessen Ende 622 Zähler angeschlossen waren.

Das Jahr 1899 brachte eine äußerst rasche Steigerung der Anschlüsse und Stromabgabe auf annähernd den vierfachen Betrag des Vorjahres.

Die Eigenart der Elektrizitätszähler, in denen äußerst geringe mechanische Kräfte wirksam sind, macht den Stromlieferungswerken, namentlich wegen der gesetzlichen Bestimmungen, eine regelmäßige Prüfung ihrer Zähler zur Pflicht. Wenn auch, wie vorangehend geschildert, vorläufig wohl Einrichtungen bestanden, um die notwendigsten Prüf- und Ausbesserungsarbeiten vornehmen zu können, so hatte doch Stadtbaurat Uppenborn frühzeitig erkannt, welchen Umfang diese Aufgaben bald annehmen würden. Schon in dem Gesamtentwurf der Städtischen Elektrizitätswerke vom Jahre 1897 war ein Neubau des Laboratoriums in nächster Nähe des Muffatwerkes vorgesehen, der im Herbst 1901 in Benutzung genommen werden konnte.

Das Gebäude besaß eine Grundfläche von 20 · 20 m² und auf ¾ seines Umfanges einen Isolierschacht zur Fernhaltung von Bodenerschütterungen. Auch die örtliche Lage, weitab von Straßenbahneinflüssen und Erschütterungen des übrigen Fahrverkehrs, war als vorzugsweise geeignet für die Bestimmung des Gebäudes gewählt worden. An Innenräumen standen neben einigen für Bürozwecke folgende zur Zählerpflege zur Verfügung: Zwei Zählerprüfsäle für Gleichstrom, ein Feinmeßraum mit Einrichtungen für Isolations- und Kabelmessung und für Prüfung von Meßgeräten, ferner eine Hochspannungskammer, ein Lichtmeßzimmer und ein Zählerlager sowie eine feinmechanische Werkstätte. Mit den Eicheinrichtungen war man seinerzeit, da sich noch keine Fabriken damit befaßten, auf eigene Herstellung angewiesen[1].

Durch das Gesetz für elektrische Maßeinheiten vom 1. VI. 1898 ist der Gebrauch „unrichtiger" Meßgeräte bei

[1] Eine Beschreibung ist in der ETZ 1902, S. 1031 enthalten.

der gewerbsmäßigen Abgabe elektrischer Arbeit verboten und unter Strafe gestellt. Auf Grund des § 10 dieses Gesetzes hat die Physikalisch-Technische Reichsanstalt (PTR) eine Prüfordnung für elektrische Meßgeräte und Vorschriften für die Ausrüstung elektrischer Prüfämter erlassen, welch letztgenannte neben der PTR amtliche Prüfbefugnis besitzen.

Nach dem Erlaß des obigen Gesetzes bestand für die Elektrizitätswerke die Notwendigkeit, die Richtigkeit ihrer Zähler mit ähnlicher Sorgfalt und Genauigkeit, wie sie bei der amtlichen Prüfung und Beglaubigung vorgeschrieben ist, zu überwachen, um die Beschwernis einer etwaigen Einführung amtlicher Zwangseichung abzuwenden.

Nun zeigte sich Uppenborns Weitblick, da er in klarer Erkenntnis der durch die gesetzlichen Bestimmungen für die Elektrizitätswirtschaft geschaffenen Lage den richtigen Weg beschritt, auf dem er zugleich den Elektrizitätswerken München einen hohen Stand ihres Meßwesens frühzeitig sicherte. Er kam für das neugeschaffene Laboratorium um die Befugnis zu amtlichen Prüfungen auf Grund des Gesetzes für elektrische Maßeinheiten ein, die hierauf durch Reichskanzlererlaß vom 16. V. 1902 erteilt wurde, da die Einrichtungen des Laboratoriums allen Anforderungen entsprachen, welche die PTR in den bereits erwähnten Vorschriften für die Ausrüstung elektrischer Prüfämter gestellt hatte.

Damit war München neben Ilmenau und Hamburg das 3. Elektrische Prüfamt. Später folgten dem Beispiel eine Reihe anderer Stellen[2], woselbst meist in der zweckmäßigsten Verbindung mit größeren Elektrizitätswerken Prüfämter errichtet wurden. Gegenwärtig beträgt deren Zahl bereits 20 und wird sich im Rahmen der für die Weiterentwicklung des amtlichen Prüfwesens geplanten Organisation bei der zunehmenden Wichtigkeit der Aufgaben bald noch beträchtlich erhöhen.

Bemerkenswerterweise bezeichnet die berufenste Stelle im Meßwesen, die PTR, den Ausbau der Zählerlaboratorien großer Werke zu elektrischen Prüfämtern als vorbildliche und nachahmenswerte Maßnahme auch vom wirtschaftlichen Standpunkt aus; denn die genaue Eichung der Zähler nach den amtlichen Vorschriften und ihre sorgsame Überwachung schützt die Elektrizitätswerke am sichersten vor Einnahmeverlusten.

Die im Jahre 1902 erteilte Prüfbefugnis für Gleichstrom bis 3000 A 1000 V, die im Jahre 1926 auch auf Wechsel- und Drehstrom bis 400 A 25 000 V ausgedehnt wurde, erstreckt sich nicht nur auf die stadteigenen Elektrizitätszähler und sonstigen Meßgeräte, sondern das Elektrische Prüfamt 3 ist ebenso verpflichtet, auf Antrag Prüfungen für die Regierungsbezirke Oberbayern, Niederbayern und Schwaben mit Neuburg vorzunehmen, u. zw. auf Wunsch auch am Verwendungsort der elektrischen Meßgeräte.

Im Lauf der Jahre wurde die Tätigkeit des Elektrischen Prüfamtes 3 insofern erweitert, als zu den Prüfungen von Elektrizitätszählern, anderen elektrischen Meßgeräten, Leuchtmitteln und elektrischen Gebrauchsgegenständen besonders die Untersuchung von Installationsmaterialien aller Art kam, ein Gebiet, auf dem besonders in den letzten Jahren Bedeutendes geleistet wurde und wesentliche Fortschritte erzielt worden sind.

Für die Erprobung von Schmelzsicherungen und Installations-Selbstschaltern ist das Prüfamt 3, das schon an den Entwicklungsarbeiten dieser beiden Sicherungsarten grundlegend mitwirkte, die allein zuständige Stelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin. Das erfolgreiche Bestehen dieser Prüfungen ist Voraussetzung für die Erteilung des sogenannten VDE-Zeichens, das den Elektrizitätswerken hinreichende Gewähr dafür gibt, daß die damit versehenen Installationsmaterialien den Sicherheitsvorschriften in bezug auf Lebens- und Feuersgefahr genügen.

Infolge der sprungweisen Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft in den letzten zwei Jahrzehnten und besonders in den Jahren nach dem Kriege hat sich das Arbeitsfeld des Laboratoriums beträchtlich ausgedehnt. Die jährliche Stromerzeugung der Städtischen Elektrizitätswerke München hat von rd. 61 Mill kWh im Jahre 1914 eine Erhöhung auf rd. 267 Mill kWh im Jahre 1931 erfahren. Zugleich hat die Zahl der aufgestellten Zähler und sonstigen Tarifgeräte um etwa 150 000 Stück zugenommen und am Ende des Jahres 1931 rd. 225 000 Stück betragen.

Dem Laboratorium angegliedert ist eine eigene Montage-Abteilung, die bei den Stromkunden alle Tarifgeräte aufzustellen hat, wie sie durch die Satzung über Abgabe elektrischen Stromes bedingt sind; ferner obliegt dem Laboratorium die Wartung und Instandhaltung der Schaltuhren für selbsttätige Treppenbeleuchtung, einer Einrichtung, die sich in München gut bewährt und infolgedessen erhebliche Verbreitung gefunden hat. Die Zahl der z. Z. für Treppenbeleuchtung aufgestellten Schaltuhren beträgt über 15 000 Stück und umfaßt damit die Mehrzahl aller Anwesen.

Aus der ständigen Vergrößerung der Werke ergab sich von selbst eine namhafte Steigerung der Anforderungen, weil neben der Prüfung und Instandsetzung der Meßgeräte in den Werken und Unterwerken auch alle möglichen Untersuchungen, die Zwecken des Betriebes der Städtischen Elektrizitätswerke dienen, in wachsender Zahl auszuführen waren. Davon sind beispielsweise zu nennen: Messungen am Kabelnetz, Untersuchungen von großen Schaltgeräten für die Werkanlagen usw. Dazu kam noch vor einigen Jahren die ständige Überwachung und Instandhaltung der öffentlichen Gemeindeuhren, hauptsächlich Turmuhren, ferner der sog. Stadtuhrenanlage, einer Anzahl nachts beleuchteter Uhren, die an verschiedenen Straßen und Plätzen der Stadt aufgestellt sind.

Bei dem geschilderten raschen Anwachsen der dem Laboratorium und Prüfamt obliegenden Aufgaben erwiesen sich die zur Verfügung stehenden Räume bald mehr und mehr als unzureichend. Wenngleich man sich an maßgebenden Stellen der Erkenntnis der Notwendigkeit einer Neubeschaffung von Räumen und neuzeitlichen Prüfanlagen nicht verschlossen hat, konnten doch die erforderlichen Mittel erst im Jahre 1926 zur Verfügung gestellt werden. Den beständigen Bemühungen des Leiters der Städtischen Elektrizitätswerke München Oberbaudirektor Dr. Zell ist es zu danken, daß die seit langer Zeit beabsichtigte Neueinrichtung in die Tat umgesetzt werden konnte, u. zw. vorbildlicherweise in einem Umfang, der auf eine längere Reihe von Jahren allen Anforderungen genügen wird.

Der steigende Stromverbrauch erforderte im nördlichen Stadtteil die Anlage eines weiteren Versorgungsstützpunktes. Bei der Erwerbung des hierzu erforderlichen Grundstückes an der Feilitzschstraße wurde, wie eingangs erwähnt, darauf Bedacht genommen, Räume zu gewinnen, um die längst angestrebte Zusammenlegung der bisher getrennten Teile des Zählerbetriebs durchzuführen.

Technische Einrichtungen.

Nach Verwirklichung des erwähnten Vorhabens können nun in dem Gebäude an der Feilitzschstraße (Abb. 1) alle Prüfungen von Zählern und sonstigen Tarif-Meßeinrichtungen in vollem Umfang vorgenommen werden, desgleichen in den feinmechanischen Werkstätten die notwendigen Instandsetzungen, während im Gebäude an der Zweibrückenstraße die eigentliche Laboratoriumstätigkeit im engeren Sinne weitergeführt wird.

Wegen der dort vorhandenen Puffer-Stromquellen, Feinmeßräume und Einrichtungen bleiben ihm die Einzelarbeiten, auch wissenschaftlicher Art, und besondere Untersuchungen vorbehalten. Im wesentlichen sind zu nennen die Begutachtung von Baustoffen und Erzeugnissen aus dem Gebiete der Starkstromtechnik, wie sie der ausgedehnte Betrieb von Elektrizitätswerken erfordert, ferner kostenpflichtige, laufende Prüfungen für die Industrie, insbesondere auch zum Zweck der Erteilung des VDE-Prüfzeichens. Eine weitere Aufgabe bildet die Ausarbeitung von Unterlagen für Vorschriften, Leitsätze usw. der verschiedenen Verbände, die für die gesamte Elektrizitätswirtschaft und in erster Linie für die Elektrizitätswerke von Wichtigkeit sind.

Durch die nach den Fortschritten der Technik errichtete Neuanlage in der Feilitzschstraße erfuhr das Zählermeßwesen der Städtischen Elektrizitätswerke München eine durchgreifende Umgestaltung in technischer und wirtschaftlicher Beziehung. Die im einzelnen verwendeten Einrichtungen stellen fast durchweg neue Aufbauarten dar, bei denen unter Mitwirkung des Amtes die Erfahrungen vieler Jahre Berücksichtigung fanden. Erhöhung der Leistung durch vereinfachte Handhabung unter gleichzeitiger Steigerung der Meßgenauigkeit war der eine Leitsatz, während der andere die Forderung enthielt, alle Schaltungen irrtumsicher ausführen zu können.

Die Einrichtungen der bisherigen Anlage an der Zweibrückenstraße sind, soweit sie damals vorhanden waren, schon früher hier eingehend beschrieben[3], so daß sich eine Wiederholung an dieser Stelle erübrigt. Im Zusammenhang damit sollen deshalb jetzt nur die zusätzlichen Meßanlagen, die seitdem geschaffen wurden, beschrieben werden.

[2] ETZ 1932, S. 10, 266, 365 u. 680.

[3] ETZ 1902, S. 1031.

Für die Prüfung von Gleichstromgeräten hoher Nennstromstärken ist eine besondere Einrichtung vorhanden, mit der Untersuchungen bis zu 3000 A vorgenommen werden können. Eine weitere Eichtafel Bauart S & H dient zur Prüfung von Wechsel- und Drehstromzählern bis 600 V und 3 × 100 A. Als Stromquelle wird ein Gleichstrom-Drehstrom-Doppel-Eichumformer mit stehender Achse und Ständerverdrehung zur Erzeugung von Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung benutzt. Für die Untersuchung sämtlicher Zählerarten bis 600 V und 100 A dient ein Prüfpult der Firma Zäres, München. Mit dieser Anordnung können sowohl Zähler für Gleichstrom als auch für Wechsel- und Drehstrom geprüft werden.

Im gleichen Raum ist auch ein Prüfstand für Schmelzsicherungen und Installations-Selbstschalter aufgestellt, der dazu dient, die vom Verband Deutscher Elektrotechniker geforderte Erprobung auf Einhaltung der vorgeschriebenen Abschmelz- bzw. Auslösestromstärken vorzunehmen.

Im Hochspannungsraum werden Prüfungen an Schaltgeräten u. dgl. für Spannungen bis 80 kV ausgeführt; der Erzeugertransformator von 30 kVA Dauerleistung besitzt vier umschaltbare Wicklungsgruppen zur Abnahme von je 15 kV. Außerdem ist ein Transformator von 160 kVA vorhanden, der aus dem städtischen Hochspannungsnetz mit 3 · 5000 V gespeist wird und die Entnahme von Strömen bis 1100 A bei Stoßbelastungen ermöglicht. Die zugehörige Spannung beträgt 3 · 380/220 V bzw. 420/240 V; ferner stehen zur Verfügung drei gleiche Einphasen-Transformatoren von je 50 kVA zur Abnahme verschiedener Spannungstufen zwischen 110 und 2000 V bei voller Leistung. Sonderversuchen dient ein Drehstromtransformator für Ströme bis 1180 A bei 8 V.

Für die Untersuchung von Installationsmaterialien auf mechanische Festigkeit und Wärmesicherheit ist eine Reihe von Geräten aufgestellt, um die vom VDE festgesetzten Prüfungen vornehmen zu können, unter anderem ein Thermostat und ein Gerät für Feuchtigkeitsproben; verschiedene elektrisch angetriebene Laufwerke zur Dauerprüfung der mechanischen Beanspruchung von Dreh-, Druckknopf- und Kippschaltern schließen sich an. Die Festigkeit von Schalterkappen u. dgl. wird mit einem Fallgewichtsgerät erprobt, ferner jene von elektrischen Handlampen mit Griffen aus Isoliermaterial auf einer eigens für diesen Zweck gebauten Vorrichtung.

Verschiedene Einrichtungen dienen weiterhin zur Ermittlung der Isolierfestigkeit sowie der Lichtbogen- und der Glutsicherheit von Baustoffen der Elektrotechnik.

Für die Prüfung von Schmelzsicherungen und Schaltgeräten ist ein Anbau im Hof des Muffatwerkes unmittelbar neben den Batterieräumen vorhanden, um den Widerstand der Leitungen zum Prüfstand auf einem möglichst geringen Wert halten zu können. Auf diese Weise lassen sich Kurzschlußströme bis 6000 A und mehr aus den Batterien entnehmen, u. zw. bei Spannungen bis 825 V.

Das Prüf- und Werkstättengebäude an der Feilitzschstraße zeigt Abb. 1. Voraus sei bemerkt, daß das Gebäude viele Jahre einem anderen Betrieb gedient hatte, sein Grundriß also von vornherein festgelegt war. Es hat eine Grundfläche von rd. 1850 m² und liegt mit seiner 40 m langen Nordfront und 60 m langen Südfront an je einer Straße. Die größte Tiefe des dreistöckigen Hauses beträgt 40 m. Die allgemeine Raumeinteilung ist aus den Grundrissen der einzelnen Stockwerke zu ersehen (Abb. 2). Die Verwendung ist möglichst dem technischen Arbeitsgang angepaßt.

Im Keller- und Erdgeschoß befinden sich mehrere Lagerräume; einer davon steht für die Ausgabe von fertigen Zählern usw. zur Verfügung. Die übrigen Teile dieser Geschosse enthalten die Einrichtungen des elektrischen Unterwerkes, in welchem Drehstrom von 5000 V in 2 · 220 V Gleichstrom mittels Quecksilberdampf-Gleichrichtern umgeformt wird. Die höchste Gleichstromleistung beträgt zur Zeit 1700 kW.

Im ersten Stockwerk haben in der Hauptsache die Werkstätten Aufnahme gefunden. In zwei hellen und luftigen Sälen von je 380 m² Bodenfläche sind die Werkstätten für alle Instandsetzungsarbeiten an Motor- und Pendelzählern, Uhren und anderen Meßgeräten untergebracht. Jeder der vorhandenen 40 Arbeitsplätze ist mit einer verstellbaren Aufhängevorrichtung für die auszubessernden Zähler usw. und einer Probierstelle versehen. In beiden Werkstätten ist elektrischer Einzelantrieb für die Arbeitsmaschinen (Drehbänke, Bohrmaschinen usw.) eingerichtet. Für die Instandsetzung und Eichung elektrischer Zeiger-Meßgeräte jeder Art ist ein besonderer Prüfstand zur Vornahme aller Schaltungen und Einregelungen aufgestellt. Zwei kleine Umformersätze erzeugen den nötigen Strom mit verschiedenen Spannungen für die Prüfung von Wechsel- und Drehstrom-Meßgeräten, ferner Gleichspannung bis 1500 V; hingegen wird Gleichstrom bis 100 A, 4 V, und Gleichspannung bis 720 V aus Batterien entnommen. Im gleichen Raum ist auch die Unterbetriebsstelle für die öffentliche Straßenuhrenanlage des nördlichen Stadtteiles eingebaut. Von hier aus erfolgt die Fernsteuerung und Überwachung der auf den Straßen und Plätzen aufgestellten Uhren, die nachts beleuchtet und z. T. in Verbindung mit Lichtreklamesäulen betrieben werden. Eine kleinere Werkstätte ist außerdem noch im ersten Stockwerk untergebracht und hauptsächlich zur Vornahme solcher Arbeiten bestimmt, die nicht in den feinmechanischen Werkstätten ausgeführt werden können. Nebenan liegt ein Ersatzteillager für alle in den Werkstätten vorzunehmenden Instandsetzungsarbeiten.

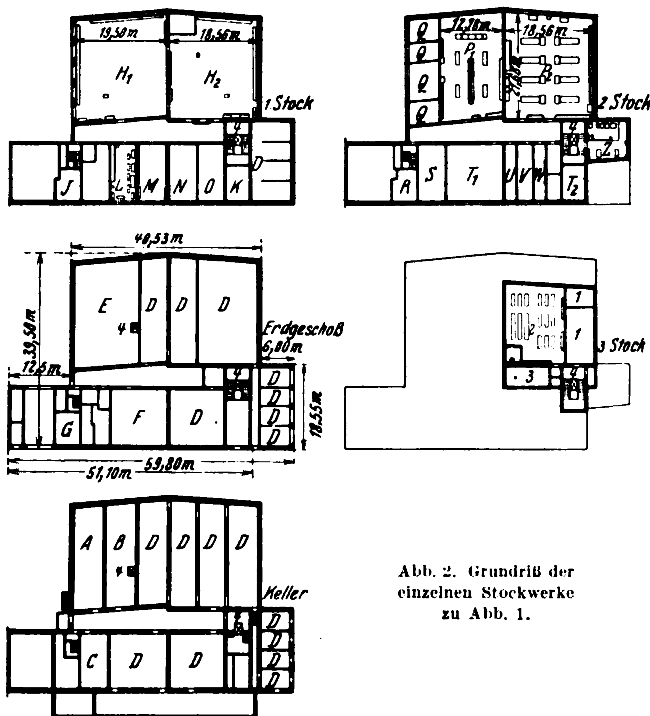


Abb. 2. Grundriß der einzelnen Stockwerke zu Abb. 1.

Kellergeschoß
- *A* Packraum
- *B* Zählerlager
- *C* Heizung
- *D* Unterwerk (Gleichrichteranlage) d. Stadt. Elektrizitätswerke

Erdgeschoß
- *E* Zählerhauptlager
- *F* Install.-Abteilung
- *G* Raum für Monteure

1. Stock
- H_1 Zähler-Rep.-Werkstätte
- H_2 Uhren-Rep.-Werkstätte
- *J* Techn. Büro
- *K* Büro der Leitung
- *L* Maschinenraum
- *M* Vorprüfraum
- *N* Materiallager
- *O* allgem. Werkstätte

2. Stock
- P_1 Prüfraum f. Wechsel- und Drehstromzähler
- P_2 Prüfraum für Gleichstromzähler
- *Q* Räume für Prüfdienst
- *R* Lagerbuchhaltung
- *S* Unterrichts- und Besprechungsraum
- T_1 Verwaltg. d. Meßeinrichtg. f. Stromabgabe
- T_2 Verwaltg. f. Treppenlicht-Anlagen
- *U* Zählerkartei
- *V* Lichtmeßraum
- *W* Meßraum und Unterrichtstafel über Strompreissätze
- *Z* Meßwandlerraum und historische Zählerschau

3. Stock
- *1* Speiseraum
- *2* Batterieraum
- *3* Küche
- *4* 2 Aufzüge

Die aus der Werkstätte kommenden Zähler, Schaltuhren usw. werden zunächst durchweg in einem Vorprüfraum in Dauerschaltung einige Zeit beobachtet. Auf diese Weise werden Geräte, bei denen noch mechanische Fehler vorhanden sind, vor der endgültigen Prüfung bzw. vor der Aufstellung ausgeschieden und dadurch überflüssige Arbeitswege und Beanstandungen vermieden.

Im zweiten Stockwerk befinden sich hauptsächlich die Räume für den Prüfdienst.

Für die Eichanlage stehen aus dem städtischen Netz 3 · 380/220 V Drehstrom und 2 · 220 V Gleichstrom zur Verfügung. Der Aufbau der Stromversorgung dieser Anlage war durch die Art der zu prüfenden Meßgeräte ge-

geben. München besitzt sowohl ein Gleichstrom- als auch ein Drehstromnetz. Die Gleichstrom-Zählereichung erfolgt vorwiegend mit Batteriestrom. Im Batterieraum (3. Stockwerk) sind Zellengruppen zu je 10 V mit einer Kapazität von je 324 Ah bei dreistündiger Entladung als Stromspeicher und solche mit 36 Ah je Zelle bei zehnstündiger Entladung in besonderer Schaltung als Spannungspeicher aufgestellt. Weiter ist noch eine Leistungsbatterie für 2 · 120 V mit einer dreistündigen Kapazität von 218 Ah je Zelle vorhanden. Sie findet vorwiegend zum Antrieb von Gleichstrom-Drehstrom-Eichumformern, für lichttechnische und Feinmessungen sowie in allen sonstigen Fällen Verwendung, wenn völlig gleichbleibende Spannung notwendig ist.

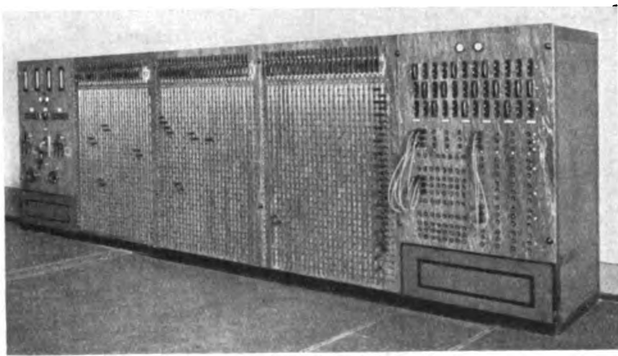


Abb. 3. Verteilungstafel im Gleichstrom-Eichraum.

Die Verteilungstafel (S. & H.) wurde in dem Gleichstrom-Eichraum errichtet, um eine möglichst kurze Leitungsführung von den Batterien zum Prüfraum bzw. zu den Eichständen zu erhalten. Abb. 3 zeigt die 5 Schaltfelder, deren linkes für die Bedienung einer 600 A-Lade- und Eichstrommaschine bestimmt ist; die anschließenden drei Felder dienen der Stromverteilung und das rechte Feld der Spannungsverteilung. Für vorletztgenannten Zweck wurde die bewährte Bauart des Kreuzschienen-Verteilers mit Doppelpreßkontakt-Stöpsel gewählt. Er ist zur Entnahme von Stromstärken bis 150 A je Schienenpaar gebaut und gestattet die Schaltung der 10 V-Strombatterie, der Leistungsbatterie für 2 · 120 V und des Gleichstromnetzes auf die einzelnen Eichstände und Räume; insgesamt sind 28 Abnahmestromkreise angeschlossen. Für Zählerprüfung mit großen Strömen kann dagegen stets eine Batterie allein zugeteilt werden. Auf diese Weise ist eine gegenseitige Beeinflussung der Eichungen vermieden.

Zur Ladung der Batterien stehen mehrere Umformer zur Verfügung. Der eine davon liefert 600 A bei 16 V. Er dient auch zur Untersuchung von Zählern höherer Stromstärken und kann deshalb, wie erwähnt, von der Hauptverteilung aus gesteuert werden. Ein weiterer Umformersatz für 200 A, 160 V im Maschinenraum (1. Stockwerk) dient sowohl für die Ladung der Leistungsbatterie als auch der Strombatterien. Die Spannungsbatterie ist in 6 einzelne Gruppen zu je 120 V unterteilt. Vier Gruppen davon bilden die eigentliche Eichspannungsbatterie. Jeder Eichstand besitzt zwei Spannungskreise, u. zw. 2 · 120 und 2 · 240 V. Infolgedessen sind auch die vier Gruppen zu je 120 V als Dreileiterbatterie geschaltet. Somit ergeben sich zwei Dreileitergruppen für 2 · 120 V und, da diese hintereinander geschaltet sind, auch eine für 2 · 240 V. Zur Bereitstellung von 720 V für die Prüfung von Bahnzählern werden weitere zwei Gruppen der Eichspannungsbatterie hinzugeschaltet.

Die Verteilung der Spannung auf die einzelnen Eichstände geschieht mittels eines dreipoligen Steckumschalters. Dieser erhält die Spannungen durch einen Schnurverteiler, an dessen Buchsen neben der Spannungsbatterie noch die Leistungsbatterie sowie das Gleichstromnetz und der Lademaschinensatz für die Spannungsbatterie angeschlossen sind. Die Spannung des Gleich- und Drehstromnetzes der Anlage wird noch durch selbsttätige Regler gleichbleibend gehalten und kann dann ohne weiteres im Störungsfalle zur Eichung benutzt werden.

(Schluß folgt.)

Über die Ursachen der Häufung von Blitzeinschlägen an bestimmten Stellen von Hochspannungsleitungen*.

Von Dr.-Ing. G. **Lehmann**, Silberstraße bei Zwickau, Sa.

Übersicht. „Gewitternester“ an Hochspannungsleitungen wurden in bezug auf den geologischen Untergrund und die Grundwasserverhältnisse untersucht; dabei stellte sich die Notwendigkeit heraus, die Masterden zu verbessern. Zum Nachweis der Grundwasseradern diente die Wünschelrute. Das luftelektrische Feld wurde durch Potential- und Leitfähigkeitsmessungen nachgeprüft. Schließlich wurde auch die Reaktion der Wünschelrute auf die über Grundwasseradern festgestellten luftelektrischen Störungen untersucht.

Durch die in langjähriger Kleinarbeit durchgeführte Verbesserung der Höchstspannungs-Übertragungsanlagen hinsichtlich der Verstärkung der Maste auf Verdrehungssicherheit und der zielbewußten Durchbildung der Mastköpfe auf Schwingungsfreiheit wie auch des Einbaues von einwandfrei arbeitendem Selektivschutz gehören die Stromlieferungs-Unterbrechungen erfreulicherweise zu den größten Seltenheiten. Bei Durchsicht der Störungsstatistik zeigt sich, daß die atmosphärischen Störungen über 90 % aller Ursachen der Beschädigung der Freileitungen sind. Es ist daher durchaus verständlich, daß man diesen Gewitterstörungen in den letzten Jahren nicht nur in Deutschland, sondern auch im Auslande mit größter Energie zu Leibe rückt. Bei Prüfung der örtlichen Blitzeinschläge zeigt sich nun in Sachsen im 100- und 30 kV-Netz die Tatsache, daß die Gewittereinschläge an bestimmten Stellen des Netzes besonders häufig vorkommen. Diese sog. Gewitternester, die sich besonders an den Hängen des Erzgebirges vorfinden, sind aus Abb. 1 zu ersehen.

Das besonders ausgeprägte Gewitternest der 100 kV-Leitung Dresden-Süd—Chemnitz-Süd, das auf der Übersichtskarte Abb. 1 punktiert umrändert ist, wurde zum Gegenstand eingehender Untersuchungen über die Gewitterhäufigkeit gemacht. Über die ausgeprägte Blitzstörungshäufigkeit innerhalb des untersuchten Gebietes (6 km lang) im Vergleich zu der 80 km langen Leitung Dresden-Süd—Chemnitz-Süd geben die Abb. 2 und 3 einen Überblick. Abb. 3 zeigt, daß in den Jahren 1923, 1929 und 1930 die relative Gefährdung innerhalb des Gewitternestes 12mal so hoch war wie in dem übrigen Gebiet.

Ursachen.

1. Höhenlage und Oberflächengestaltung.

Die 100 kV-Drehstrom-Doppelleitung hat Maste nach dem Tannenbaumbild und ist mit 2 Stromkreisen (150 mm² Al) und 1 Erdseil (50 mm²) belegt. Die Leitung verläuft etwa 40 m unterhalb der höchsten Erhebung des Erzgebirges über kahle Flächen, die nach der Toeplerschen Theorie für die Bildung von Gewittern im allgemeinen günstig sind. Für die starke Blitzanfälligkeit einzelner bestimmter Freileitungsmaste, die bisher bereits 4 ... 5mal vom Blitz zum Teil sogar an den gleichen Traversen beschädigt worden sind, gibt die vorstehende Erörterung noch keine Anhaltspunkte.

2. Geologische Beschaffenheit des Untergrundes.

Die gesamte der Untersuchung unterzogene Leitung liegt fast ausschließlich auf Schiefergestein, dem sog. Phyllitschiefer, einem Untergrund aus zerklüftetem, elektrisch jedenfalls isolierendem Gestein (quarzführendem Schiefer). Er ist nur mit einer sehr dünnen Humusschicht bedeckt, welche in den höheren Lagen Wald trägt.

Die Bodenzusammensetzung ist für die Gewitterbildung, wie bereits angedeutet, infolge ihrer leichten Austrocknung für den aufsteigenden Luftstrom, der die Voraussetzung für Wärmegewitter bildet, sehr günstig[1]. Nach

* Dr.-Ing.-Dissertation, T. H. Dresden 1932.

[1] Max. Toepler, Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol. 1926. H. 25.

der deutschen Literatur sind Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Gewittervorkommen und Zusammensetzung des Untergrundes nur ganz vereinzelt angestellt worden. In Frankreich haben Dauzère und Bouget vom Observatorium des Pic du Midi Erhebungen in dieser Richtung (allerdings nicht in Rücksicht auf die Blitzeinschläge in Freileitungsmaste) angestellt, mit dem Ergebnis, daß die Gewitterhäufigkeit und die lokalen Blitzeinschläge dort besonders anzutreffen sind, wo verschiedene unterirdische Gebirgschichten aneinanderstoßen[2].

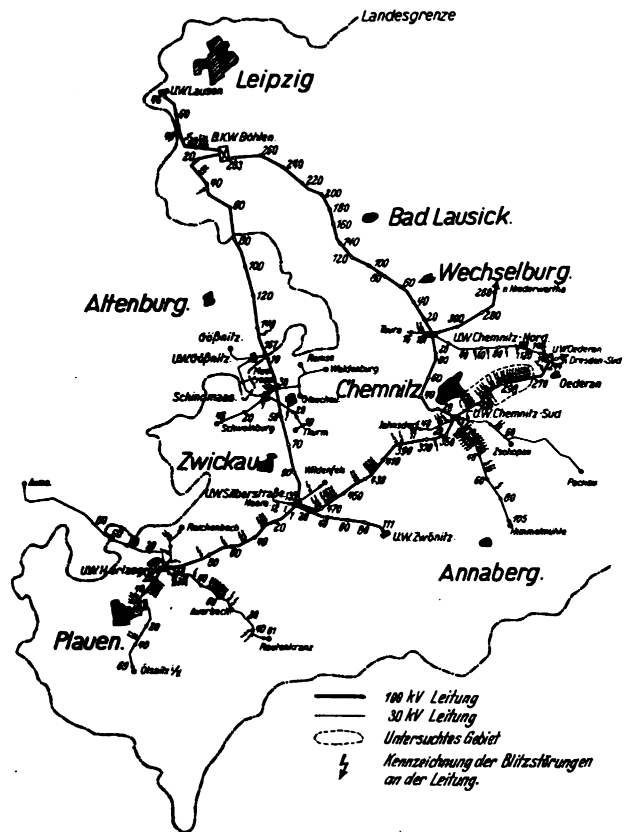


Abb. 1. Beobachtete Blitzeinschläge im Leitungsgebiet Westsachsen in den Jahren 1923/30.

3. Hydrologische Untersuchung des Geländes.

Für die Nachprüfung des Vorhandenseins von Grundwasser wurde ein Wünschelrutengänger, der mit einer Holzrute arbeitete, herangezogen. Zu dem Wünschelrutenproblem selbst sei erwähnt, daß im letzten Jahrzehnt recht beachtliche Erfolge auf dem Gebiete der Wasserauffindung sowie des Mineral- und Kohlevorkommens durch die Rutengänger erreicht worden sind. Es ist bekannt, daß die Wissenschaftler bis auf wenige Ausnahmen bis vor kurzem das Problem der Wünschelrute als solches nicht anerkannten, da unter den Rutengängern eine ganze Reihe phantastisch-spekulativ eingestellter Menschen vorhanden waren, die der ganzen Frage außerordentlich geschadet haben[3]. Die Feststellung von Richtung und Lage der unterirdischen Wasserführungen erfolgte im vorliegenden Falle in der Weise, daß der Rutengänger in dem störungsanfälligen Gebiet längs der Leitung angesetzt wurde, mit der Aufgabe, anzugeben, wo in der Nähe der Leitung bzw. der Maste unterirdische Wasseradern im Gelände vorhanden seien. Alle Punkte, an denen die Wünschelrute reagierte, wurden geometrisch eingemessen und in den Lageplan der Leitung eingetragen.

Das Ergebnis der Untersuchung des Geländes auf Grundwasser zeigte ein außerordentlich ausgedehntes Netz von Grundwasseradern, die in der Hauptsache in der Richtung von Süd-Südosten nach Nord-Nordwesten verliefen. Die Hochspannungsleitung wird von denGrundwasserströmen schräg und teilweise senkrecht gekreuzt. Die an verschiedenen Stellen vorgenommenen Bohrungen, auf die im nächsten Abschnitt näher eingegangen wird, brachten das Ergebnis, daß die Grundwasseradern ausschließlich in Spalten und Klüften anzutreffen waren, die durchgehend mit Quarz oder einem Gemisch aus Quarz und Schiefer ausgefüllt sind. Die Tiefe des Grundwassers unter der Erdoberfläche schwankte zwischen 4 und 10 m.

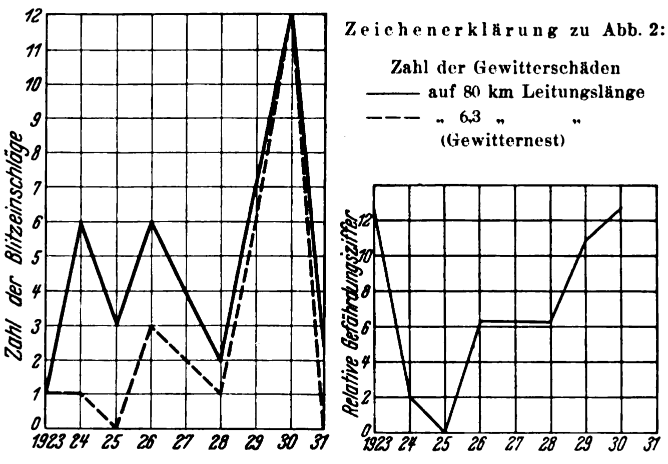


Abb. 2. Gewitterschäden auf einer 100 kV-Leitung

Abb. 3. Verlauf der relativen Gefährdung.

Da die eingemessenen Grundwasseradern in der Nähe der Leitung durch Tiefbohrungen, die später für Zusatzerden zur Verbesserung der Einzelmasterdungen verwendet werden sollten, nachgeprüft wurden, war hier, was sonst selten in diesem Ausmaß der Fall ist, die Möglichkeit gegeben, systematisch festzustellen, ob in dem Felsgelände die Wünschelrute tatsächlich Grundwasser angezeigt hatte oder ob das Ansprechen der Rute auf andere Ursachen zurückzuführen war. Innerhalb der untersuchten Leitungstrecke wurden in 18 Fällen an den von der Rute angegebenen Punkten Bohrungen vorgenommen, bei denen man ohne Ausnahme auf Grundwasser stieß, u. zw. in Tiefen zwischen 4 ... 9 m. Die Bohrungen wurden mittels eines Handschlagbohrers Ende 1930 durchgeführt.

4. Vergleich der Blitzeinschlagstellen mit der Lage der ermittelten Grundwasserführungen.

Vergleicht man die Lage der Grundwasseradern im Gelände mit der Lage der Störungstelle auf der Freileitung, so ergibt sich die Tatsache, daß fast immer der Stromkreis der Doppelleitung gestört war, der nach der Grundwasserader zu gelegen ist. Abb. 4 zeigt solche

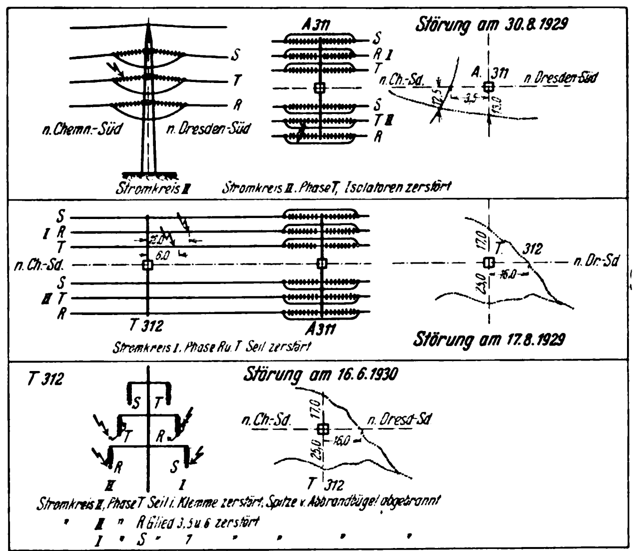


Abb. 4. Einzelne Störungsfälle.

Fälle. In 6 Fällen waren durch Blitzeinschlag Phasenseile gerissen, hier lag die Grundwasserader unmittelbar unter der Seilbruchstelle. Die Erklärung für die Beschädigung der Isolatorenketten an den Masten durch den

[2] Dauzère u. Bouget, C. R. Acad. Sci., Paris, Bd. 186, S. 1565 (1928).
[3] Buth, ETZ 1930, S. 1171.

Blitzeinschlag ist sicherlich darauf zurückzuführen, daß die Blitzstromstärke des in den Mast schlagenden Blitzes durch den hohen Erdübergangswiderstand nicht nach Erde abgeführt werden kann, sondern vom Mast auf das Seil überschlägt[4].

5. Einfluß der Erdübergangswiderstände an den einzelnen Freileitungsmasten[5].

Die Erdübergangswiderstände der einzelnen Maste lagen sehr hoch und schwankten zwischen 80 und 250 Ω. Die Messung wurde mit dem Erdungsmesser der Siemens & Halske AG. nach der Schaltung von Behrend durchgeführt.

Die hohen Erdübergangswiderstände haben ihre Ursache in der geologischen Zusammensetzung des Untergrundes, der bei längerer Trockenheit als Isolator anzusprechen ist. Die Art der Erdungsverbesserung wurde der Zusammensetzung und dem Aufbau des Untergrundes angepaßt, u. zw. wurden Rohrerder an den von dem Rutengänger angegebenen Stellen in der Nähe der Masten bis in Tiefen von 5 ... 9 m ins Grundwasser eingesetzt[6]. In einigen Spannfeldern, in denen der gewachsene Schieferfelsen bis an die Erdoberfläche heranreichte und wo die Humusdecke nicht sehr stark war, wurden Bodenseile von Mast zu Mast verlegt, mit dem Erfolg, daß die Widerstandswerte um 80 % der Anfangswerte vermindert wurden. Das Bodenseil ist nach den neuesten Untersuchungen und Rechnungen in der Lage, den wirksamen Widerstand für die Ausbreitung des Blitzstromes gegenüber dem eines oberirdischen Erdseiles erheblich herunterzudrücken[7].

Die Verbesserungen der Masterdungswiderstände wurden in dem gewitteranfälligen Gebiet im Jahre 1930 durchgeführt. Die Beobachtungen in dem äußerst gewitterreichen Jahre 1931, wo nachweislich über 25 Gewitter, die von den ortsansässigen Förstern gezählt worden sind, auftraten, haben ergeben, daß nicht eine einzige merkbare Störung an der Freileitung durch Blitzeinschläge vorgekommen ist. Da die vorliegenden Untersuchungen in einem besonders gearteten Berggelände (zerklüftetes Schiefergestein mit scharfbegrenzten Wasseradern) durchgeführt worden sind, müssen weitere Untersuchungen die Frage klären, ob in der Ebene an Wasseradern ähnlich ausgeprägte Wünschelruten-Reaktionen auftreten.

Wenn auch aus diesen sehr günstigen Erfahrungen eines einzelnen Gewittersommers noch keine unumstößliche Schlußfolgerung über die endgültige Gewitterfestigkeit einer Leitung gezogen werden kann, so scheint doch die Annahme berechtigt zu sein, daß die Herabsetzung der Erdübergangswiderstände der einzelnen Maste einer der gangbarsten Wege ist, um für die Mehrzahl der Blitzeinschläge in die Maste die Voraussetzung für den rückwärtigen Kettenüberschlag und damit die Beschädigung der Isolatoren zu unterbinden.

6. Messung des Potentialgefälles im Luftraum über den Grundwasseradern.

Nachdem sich ergeben hatte, daß in der überwiegenden Zahl der Störungsfälle an der Freileitung die Blitzauswirkung auf der der Wasserader zu gelegenen Mastseite stattgefunden hat, lag die Frage nahe, ob im Luftraum über den Grundwasseradern Änderungen bzw. Störungen des luftelektrischen Feldes vorhanden sind, die den örtlichen Blitzeinschlag beeinflussen können. Um dies festzustellen, wurden gleichzeitige Messungen des Potentialgefälles[8] sowohl über neutralem Boden als auch über Grundwasseradern vorgenommen. Aus den Ergebnissen konnte man ersehen, daß die Werte des Potentialgefälles über den Grundwasseradern von den Werten über neutralem Boden erheblich abweichen. Über den Grundwasseradern wurden in allen Fällen niedrigere Werte des Potentialgefälles gemessen als über dem normalen Schiefergelände. Das elektrische Feld über der Erdoberfläche an den von der Wünschelrute angegebenen Stellen, also über den Grundwasseradern (Klüfte und Spalten), war ganz erheblich gestört.

7. Leitfähigkeitsmessungen der Luft über Grundwasseradern.

Um festzustellen, ob auch in der Leitfähigkeit der Luft auffallende Unterschiede zwischen den Werten auf neutralem Boden und über Wasseradern vorhanden sind, wurden auch Messungen der elektrischen Leitfähigkeit der Luft vorgenommen. Die aus den Messungen errechneten Leitfähigkeitswerte zeigten, daß über dem normalen ungestörten Gelände bei ruhigem Wetter die positive und negative Leitfähigkeit der Luft wenig unterschiedlich sind, daß jedoch die letztere in der Mehrzahl der Fälle um einen geringeren Betrag größer war als die positive Leitfähigkeit. Über den Grundwasseradern war im Vergleich zum normalen Gelände die Gesamtleitfähigkeit der Luft bei klarem Wetter und bei Windstille höher. Die positive Leitfähigkeit zeigte ebenfalls mehrfach höhere Werte als die negative Leitfähigkeit[9]. Bei bewegter Luft und trübem Wetter waren dagegen wesentliche Unterschiede der Leitfähigkeit nicht mehr feststellbar. In den vom Grundwasser durchflossenen Spalten des Schiefergebirges ist eine starke Emanation vorhanden, die nach der Atmosphäre ausstrahlt und die auf die Größe der Leitfähigkeit der über den unterirdischen Wasseradern lagernden Luftschichten maßgebenden Einfluß hat[10].

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen interessiert nun besonders die Frage, ob die erhöhte Leitfähigkeit der Luft über einzelnen Stellen des Erdbodens die örtliche Blitzeinschlagsgefahr bedingt. Die Zonen erhöhter Leitfähigkeit sind nur bei windstillem Wetter über ihrem Ursprungsorte vorhanden, bei bewegter Luft, wie sie auch bei Gewitter vorherrscht, werden sie dagegen von der Austrittstelle weggeweht. Sie können also entgegen den französischen Vermutungen nicht als Ableitungspfade für den nach der Erde vordringenden Blitz angesprochen werden. Dagegen kann die erhöhte Gesamtleitfähigkeit der Luft über Gebieten mit zahlreichen Grundwasseradern für die Blitzhäufigkeit allgemein, ja sogar für die Gewitterhäufigkeit einer Gegend von besonderer Bedeutung sein[11 12].

8. Feld- und Äquipotentialflächen um eine Wasserader herum.

Durch die Messung der Feldstörungen und der Leitfähigkeit ist zunächst nur ein kleiner Ausschnitt der eben genannten gesamten Feldstörung durch eine Wasserader gekennzeichnet. Um letztere zu überblicken, sind wir zum größten Teil auf Ergänzungen dieses Störungsbefundes zu einem allgemeinen wahrscheinlichen Gesamtbilde der Störung angewiesen[13]. Als Ergebnis der Untersuchung des luftelektrischen Feldes kann gesagt werden, daß dort, wo eine starke Feldstörung vorliegt, im Gelände mit Untergrund von stark zerklüftetem Schiefer auch eine gut leitende Wasserader vermutet werden kann. Dagegen gilt nicht das Umgekehrte, d. h. auch wo keine Feldstörung vorhanden ist, kann, wie die Messungen ergeben haben, unter Umständen eine Wasserader vorhanden sein.

9. Beurteilung der Wirkung der Wünschelrute.

Es wurde bereits hervorgehoben, daß man trotz zahlreicher Untersuchungen über die Wirkungsweise der Wünschelrute bis heute noch zu keiner allgemein anerkannten Klärung der Ursache des Rutenausschlages gekommen ist. Ein besonderer Wert der Entdeckung des Vorhandenseins der Störungen des elektrischen Feldes über Wasseradern von auffallender Größe besteht sicher darin, daß auf Grund der vorliegenden Untersuchungen wenigstens eine der Ursachen der Wirkung der Wünschelrute gefunden worden ist.

In der Änderung der Feldstärke über Wasseradern im Vergleich zur Umgebung ist nun die erste physikalische Wirkung von Wasseradern unter der Erde in dem Luftraum über den Wasseradern gefunden. Indem man der Vermutung Ausdruck gibt, daß die Ausschläge der Wünschelrute mit diesen Änderungen wahrscheinlich zusammenhängen, dürfte ein Teil des Schleiers, welcher z. Z. noch über den physikalisch-konkreten Ursachen der Wünschelrutenwirkung liegt, gelüftet sein. Die Wirkung auf den Rutengänger könnte man sich recht leicht so erklären, daß die erzwungene Haltung der Rute (Metall oder Nicht-

[4] L. Binder, ETZ 1928, S. 503.

[5] Über die Art der vorgenommenen Erdungsverbesserung soll später getrennt berichtet werden.

[6] Vgl. O. Naumann, Elektr.-Wirtsch. Bd. 8, S. 227 (1931).

[7] Aigner, Dissertation T. H. Berlin 1930. Vgl. a. Fortescue, Bericht vorm Internationalen Elektrizitätskongreß, S. 985 dieses Heftes.

[8] K. Kähler, Einführung in die atmosphärische Elektrizität, S. 117; Verlag Bornträger, Leipzig 1929.

[9] Hess, Die elektrische Leitfähigkeit der Atmosphäre und ihre Ursachen, Sammlung Vieweg, H. 84.

[10] Erich Marx, Handbuch der Radiologie, Bd. 2, S. 423.

[11] Max. Toepler, Gewitter, Blitze und Wanderwellen, Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol. 1926, H. 25.

[12] Nach Fertigstellung der Arbeit ist dem Verfasser die Arbeit von Bogolavlensky, J. Physique Radium Bd. 2 (Ser. 7), S. 101 (1931) bekannt geworden. B. stellt an statistisch festgestellten Blitzeinschlagstellen Höchstwerte der Luftleitfähigkeit fest. Ferner weicht B. in der Deutung der Blitzbeeinflussung von der vom Verfasser gegebenen ab, indem er nicht auf die grundsätzlichen Unterschiede bei schönem Wetter, Wind usw. hinweist.

[13] Die ausführlichen Untersuchungen über die Feld- und Äquipotentialflächen um eine Wasserader herum sind in enger Anlehnung an die Auffassung von Max. Toepler durchgeführt worden.

metall) zu bestimmten ungewöhnlichen Muskelspannungen führt, zu solchen Spannungen, daß diese an der Grenze von Muskelkrampf liegen. Nur geringe elektrische Störungen dürften nach dieser Erklärung bei empfindlichen Menschen den Krampfzustand auslösen können und damit das Ausschlagen der Rute veranlassen und erklären[14].

Mit Hilfe der vorgenannten Messungen ist man in der Lage, die bisher nur durch kostspielige Bohrungen zu kontrollierenden Angaben des Rutengängers über Grundwasservorkommen nachzuprüfen und den Rutengänger vielleicht auch ganz zu ersetzen. Inwieweit die Störungen des luftelektrischen Feldes auch bei sehr tiefliegenden Grundwasseradern noch vorhanden sind, wird durch weitere z. Z. vorgenommene Messungen noch ermittelt werden.

10. Feldstörung und Blitzeinschlagsgefahr.

Die über den Wasseradern vorgefundene Feldstörung wird wegen ihrer geringen Breitenausdehnung für den Blitz nicht allzu merkbar sein, sind doch die Erdfelder normal oder gestört so schwach, daß sie auf den herunterschießenden Blitzkopf, wenn überhaupt, so erst dicht über der Erde einzuwirken vermögen. Zunächst also bis auf etwa 100 m über den Erdboden herab ist die Wasserader für die Blitzbildung völlig gleichgültig[15]. Der unzweifelhaft vorhandene Vorgang des Aufsichziehens des Blitzes am Erdboden auf die Wasserader und damit der besonderen Gefährdung der Kreuzungstellen von Leitung und Wasseradern und der diesen benachbarten Leitungsmaste (auch Gebäude) ist daher anders zu erklären. Eine Grundwasserader kann hiernach nur durch ihre große Leitfähigkeit auf den Blitzeinschlag wirken.

Die Grundwasseradern sind nach den vorausgegangenen Betrachtungen in dem schlecht leitenden Schiefergestein als Ableitungswege der Gewitterenergie anzusehen[16]. Sie beeinflussen also durch ihre gute Leitfähigkeit dicht über dem Erdboden die örtliche Verteilung des Blitzbüschels und wirken blitzanziehend. Freileitungsmaste, Gebäude, Bäume usw., die auf solchen Wasseradern oder in deren Nähe stehen, sind besonders blitzgefährdet[17]. Schlägt der Blitz in eine Wasserader ein, die das freie Spannfeld der Hochspannungsleitung (oder ein Gebäude) kreuzt oder in dessen Nähe verläuft, so werden die Leitungseile, die mit dem Blitzbüschel in Berührung kommen, von Verästelungen des Hauptblitzstrahles getroffen werden und nehmen eine Spannung gegen Erde an, die dem Produkt aus halbem Wellenwiderstand des Leitungseiles und der Blitzstromstärke, die dem Seil aufgedrückt wird, entspricht. Der Einschlag in die Freileitungsmaste kann ohne jede Störung und Beschädigung für die Leitungsanlage vor sich gehen, wenn der Erdübergangswiderstand des getroffenen Mastes gering ist, da dann eine ungehinderte Ableitung der Blitzenergie zur Erde stattfinden kann. In einer späteren Veröffentlichung wird auf Einzelheiten der Erdungsverbesserung noch näher eingegangen werden.

Schlußfolgerung.

Bei Planungen von neuen Hochspannungsleitungen ist ein eingehendes Studium der geologischen und hydrologischen Verhältnisse des Untergrundes längs der geplanten Leitungsführung zu empfehlen, um besonders blitzgefährdete Gebiete für die Leitungsführung zu umgehen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden auch für die zweckmäßige Anordnung der Erden bei Blitzschutzanlagen von Gebäuden, die über oder in der Nähe von Grundwasseradern verlaufen, von besonderem Wert sein, besteht doch aus den günstigen Erfahrungen der Erdungsverbesserung an Hochspannungsleitungen die Möglichkeit, Gebäude in hohem Grade blitzsicher zu schützen. Auch hierüber soll später berichtet werden.

[14] Nach Abschluß der Untersuchungen wurde von dem Verfasser versucht, die Änderungen des Potentialgefalles über der Wasserader durch eine besondere Einrichtung nachzubilden, um den Rutengänger auf seine Reaktionsfähigkeit zu prüfen. Es zeigte sich, daß der Rutengänger an jenen Stellen besonders reagierte, an denen der Übergang von hohem zu niedrigem Potentialgefälle in der Anordnung vorhanden war. Dieses Prüfverfahren wurde zum Patent angemeldet.

[15] Die vorgenannten Folgerungen sind aus Gleitbüschelversuchen hergeleitet.

[16] Bei einem Blitzschlag in ein Gebäude wurde beobachtet, daß der Blitz durch Überspringen auf einen Stacheldraht den Weg zu einer Wasserader suchte.

[17] Thuernagel, Der vereinfachte Blitzschutz; Verlag R. Lankert, Königsberg 1930.

Fachberichte über den Internationalen Elektrizitätskongreß zu Paris.

Nachdem wir in H. 26 die geschichtliche Bedeutung des Kongresses und den heutigen Stand der Einheitenfrage behandelt hatten, brachten wir in H. 30 einen Bericht über den allgemeinen Verlauf der Veranstaltung. Im vorliegenden Heft beginnen wir mit der Veröffentlichung zusammenfassender Berichte über die Vorträge nebst deren Besprechungen in einzelnen Sektionen. D. S.

1. Der Elektromaschinenbau.

(3. Sektion.)

Zur Bewältigung der gewaltigen Aufgabe, einen Überblick über den Stand sowohl der Elektrizitätslehre wie der Elektrotechnik in ihrem gesamten Umfange — Erzeugung, Verteilung und Anwendung elektrischer Energie — zu geben, hatte der Pariser Kongreß seine Arbeiten nach 13 getrennt tagenden Fachgruppen unterteilt. Neben der ersten, die sich mit den wissenschaftlichen Grundlagen befaßte und von einer Reihe bekannter Physiker aus aller Welt besucht war, erfreute sich die dritte Abteilung „Erzeugung und Umwandlung der elektrischen Energie" wohl des größten Interesses. Nicht weniger als 48 „Berichte" („rapports") und „Zuschriften" („Communications") standen hier zur Erörterung. Sie wurden unter der geschickten Leitung von Roth und Darrieus gruppenweise nach Fachgebieten zusammengefaßt und besprochen, nachdem der Hauptinhalt eines jeden Referates auszugsweise vom Verfasser vorgetragen war. Den Ehrenvorsitz führten abwechselnd Vertreter verschiedener Länder, Emde für Deutschland. Im Rahmen einer kurzen Besprechung der über eine Woche ausgedehnten Tagung ist es offenbar nicht möglich, auf jeden Beitrag und die anschließenden Erörterungen des näheren einzugehen. Sie werden demnächst in einem mehrbändigen Kongreßbericht zum Studium zur Verfügung stehen. Eine kritische Stellungnahme erübrigt sich in vielen Fällen auch schon deshalb, weil es sich nicht um neue Beiträge zu umstrittenen Problemen handelte, sondern gemäß dem Charakter der Tagung um eine Rückschau oder Umschau über bestimmte Sektoren des großen Kreises unserer Technik.

Unter den allgemeinen Studien verdient eine knappe aber inhaltsreiche Übersicht eines Altmeisters, Cl. Feldmann, über die von ihm selbst miterlebte Entwicklung der Maschinenberechnung im Laufe der letzten 45 Jahre besonderer Erwähnung, ferner die sorgsame Arbeit Bernard Hagues, eine zusammenfassende Darstellung der analytischen, graphischen und experimentellen Methoden zur Bestimmung magnetischer und elektrischer Felder in Maschinen und Apparaten. Eine vollständige Bibliographie erhöht ihren Wert. Ein Teilgebiet, nämlich die Nutenstreuflüsse, behandelte ein Bericht von Th. Lehmann.

Zu den wichtigen Fragen der statischen und dynamischen Stabilität von Synchronmaschinen lieferten Kryloff und Bogoliuboff unter Anwendung einer mathematischen Methode schrittweiser Annäherung eine allgemeine Lösung. Hierher gehört auch die Untersuchung von Blondel über die Impedanzen unsymmetrischer Mehrphasensysteme.

Das für den Großmaschinenbau immer noch sehr wichtige Kapitel der Zusatzverluste wurde zusammenfassend mit einer Übersicht über die einschlägige Literatur von Trettin behandelt. Dreyfus steuerte eine Berechnung der Wirbelstromverluste in den Stirnräumen der Turbogeneratoren bei und zeigte unter Ermittlung des Streulinienverlaufs, aber nur in radialen Ebenen, die günstige Wirkung unmagnetischer Induktorkappen. Die Frage der Rückwirkung der Statorwicklung, insbesondere ihrer Köpfe auf den Läufer und die Zusatzverluste wurde auch in einer Mitteilung von Kutschera verfolgt, während Roebel eine Übersicht über die Theorie der Kurzschlußvorgänge gab.

Die stürmische Entwicklung, welche der Großmaschinenbau im letzten Jahrzehnt erlebt hat, spiegelte sich in

vier Berichten über mechanische Probleme im Großmaschinenbau, insbesondere bei den Turbogeneratoren wieder. Taylor zeigte nach einem kurzen historischen Überblick mechanische Entwürfe von neuzeitlichen zwei- und vierpoligen Turbogeneratoren, Langsamläufern und großen Gleichstrommaschinen. Dazu behandelte Hopkirk die den Elektromaschinenbauern meist nicht geläufigen Grundsätze des Auswuchtens unter Berücksichtigung der Wellenelastizität. Rikli gab einen Überblick über die verschiedenen Konstruktionen von Turboläufern, die mechanischen Eigenschaften verschiedener Stahlsorten, nahm in der umstrittenen Frage der Verwendung von Aluminiumwicklungen für dieses Material Stellung und beschrieb dann Statorwicklungen und Belüftungsmethoden. In dem Bericht von Pohl wurden neuere Untersuchungen über die mechanischen Eigenschaften des Induktormaterials im Hinblick auf seine Dauerfestigkeit mitgeteilt und das Problem der Wärmebewegungen innerhalb der Induktorwicklung behandelt, das mit der wachsenden Länge der Maschinen von immer größerer Bedeutung wird.

Mit der Frage der selbsttätigen Spannungsregelung und Stabilität großer Generatoren, insbesondere der Anwendung von Hilfserregermaschinen und der hierbei anzuwendenden Verfahren zur selbsttätigen Regelung beschäftigte sich Belfils, während Niethammer über den Stand der Generatorschutzfragen berichtete, insbesondere des Erdschluß-, Differential- und Windungschlußschutzes sowie der Kontrolle der Temperaturen und Belastungsunsymmetrie. Einen vorzüglichen Überblick über die Entwicklung des Großmaschinenbaues in Amerika gab das gemeinsame Referat von Alger und Newbury als Vertretern der beiden größten amerikanischen Firmen. Nach einer kurvenmäßigen Darstellung, welche das Anwachsen der installierten Leistungen an Stromerzeugern und Verbrauchern verschiedener Art darstellte, zeigten sie die Entwicklung der Dampfturbogeneratoren unter kurzer Beschreibung jüngst entwickelter Maschinen bis zu einer Leistung von 200 000 kVA bei 1800 U/min, sodann der Wasserkraftmaschinen bis 77 500 kVA bei 88 U/min, Frequenzwandler, der zumeist mit Wasserstoffkühlung ausgerüsteten Freiluftphasenschieber bis 75 000 kVA bei 514 U/min, der Transformatoren, Gleichstrommaschinen und Motoren. In einem weiteren amerikanischen Beitrage von Bailey, Allner und Hanker wurden die Wärmekraft- und Wasserkraftzentralen vorwiegend vom wirtschaftlichen Standpunkt aus verglichen und allgemeine Entwicklungstendenzen — Erhöhung der Drehzahlen und Spannungen, Unterteilung der Wicklungen und Netze — dargelegt. Leider spiegelte sich die ungünstige Wirtschaftslage in der fast vollständigen Abwesenheit amerikanischer Fachgenossen, insbesondere der genannten Verfasser wieder. Ein neues Kapitel von akutem Interesse im Großmaschinenbau, nämlich die Ausbildung von Statorwicklungen zur unmittelbaren Erzeugung von Spannungen bis 36 kV zwecks Vermeidung der Aufspanner für große Stadtnetze, fand in Berichten von Beldi, Schenkel und Matthis eine ausführliche Behandlung. Der Ersatz des Schellacks in Mikafolien durch neue Klebmittel auf der Asphaltbasis und die Verbesserung der Mikanisierungsverfahren sowie des Glimmschutzes haben die Möglichkeit des Baues von Maschinen für solche Spannungen erbracht. Matthis teilte weitere Versuchsergebnisse über die dielektrischen Eigenschaften von Isolierstoffen mit. Auch Beldi lieferte hierzu einen wertvollen Beitrag und beschrieb dann den 36 kV-31 000 kVA-Generator für Langerbrügge, der im Gegensatz zu dem 33 kV-Brimsdown-Generator von Parsons mit ungestaffelter Isolation gebaut wurde, weil der Nullpunkt des Netzes isoliert ist. Schenkel behandelt die von ihm vorgeschlagene gestaffelte Leiterisolierung und Wicklungsart für Maschinen mit starr geerdetem Nullpunkt. Die Nachteile solcher Höchstspannungsmaschinen, hohes Temperaturgefälle in der mindestens 8 mm starken Isolation, daher für gleiche Höchsttemperaturen stark verminderte Leistung, ferner verminderte elektrische und mechanische Festigkeit, kamen in der Erörterung zur Sprache. Wie schädlich der Einfluß einer starken Verdickung der Nutenleiter- und der Wickelkopfisolation auf die Wärmeabgabe und daher die inneren Temperaturen der Maschine ist, ließ sich sehr klar aus der Arbeit von Liwschitz über Erwärmungsfragen erkennen. Hier wurden die thermischen Eigenschaften der Werkstoffe, besonders der Isolierungen verschiedener Art, kurvenmäßig in Abhängigkeit von den in Betracht kommenden Faktoren zusammengestellt und die Erwärmung in Anlehnung an Richter berechnet. Ein reiches Erfahrungsmaterial erhöht den Wert dieser Arbeit.

Über Gleichstrommaschinen einschließlich der Umformer lagen nur zwei Berichte französischer Verfasser vor, die vorwiegend von historischem Interesse sind. Sie lassen auf eine gewisse Stabilisierung der Technik schließen. Das scheint auch auf die asynchronen Maschinen zuzutreffen. David gab einen Überblick über die Entwicklung der asynchronen Motoren, während Bayer ihre Benutzung als Generatoren und Transformatoren behandelte und einen Vergleich zwischen asynchronen und synchronen Phasenschiebern durchführte. Sehr zu beachten ist aber eine Studie Heylands über das magnetische Feld in Mehrphasen-Kollektormaschinen, die neue Erkenntnisse insbesondere über die Wirkung der Streuflüsse und die Möglichkeiten selbsttätiger Feldregelung im Gebiete der Bürsten bringt.

Auffällig starkem Interesse begegneten die Theorie und Konstruktion von Transformatoren und die Vorgänge in ihren Wicklungen. Blondel brachte ein neues Diagramm und zeigte seine leichte Anwendbarkeit auf schwierigere Probleme, wie unsymmetrische Phasenbelastung von Mehrphasentransformatoren und Anordnung mehrerer Sekundärwicklungen. Dieses Kapitel bildete auch den Gegenstand eines Berichtes von Sumec und zweier Beiträge von Niethammer, welcher sowohl eine exakte Definition und Berechnung des Übersetzungsverhältnisses gab als auch die Kurzschlußspannung von Mehrwicklungstransformatoren behandelte. Stein lieferte eine Studie über die Zusatzverluste, berücksichtigte im Leerlauf sowohl die Eigenheiten der Flußverteilung im aktiven Eisen als auch die Bearbeitungseinflüsse auf das Blech sowie die durch den Kasten gehenden Leerlauf-Streuflüsse und gab schließlich eine Übersicht über die von den Kurzschluß-Streuflüssen herrührenden Zusatzverluste, während Frühauf die durch auftretende Sprungwellen erzeugten Überspannungen innerhalb der Wicklungen verfolgte und einen Weg zeigte, um aus dem Anfangs- und Endzustand die Frequenzen und Amplituden der in ihre Harmonischen zerlegten Welle und damit die Beanspruchung der Isolation zwischen Wicklung und Gestell wie zwischen benachbarten Windungen abzuleiten. Vidmars Behandlung wirtschaftlicher Fragen des Entwurfs wies auf im allgemeinen bekannte Gesetze für Berechnung auf Mindestkosten hin und mündete in seinen Vorschlag der besseren Ausnutzung des kreisförmigen Kernquerschnittes durch evolventenförmig gebogene und zusammengeschichtete Bleche. Ein Bericht von Brandt schilderte die Entwicklung der Praxis in Amerika. Wie bei uns steigen dort die Einzelleistungen immer noch an, wobei aber die bis 240 kV reichenden Netzspannungen sich voraussichtlich nicht mehr ändern. Natürliche oder forcierte Luftkühlung tritt mehr und mehr an die Stelle der Wasser- und Ölzirkulation. Dabei werden die Gebläse oft in Abhängigkeit von der Öltemperatur automatisch betätigt. Einrichtungen zur Spannungsregelung gewinnen an Verbreitung. Die hierzu benutzten Regeltransformatoren bildeten den Gegenstand eines deutschen Berichtes von Jansen, welcher einen kritischen Vergleich der theoretischen Möglichkeiten brachte und oszillographische Untersuchungen von Schaltvorgängen mitteilte. Er brachte auch eine Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der für den Schaltvorgang gebrauchten Reaktanzen und ohmschen Widerstände. Ein anderes Sondergebiet, das der Ofentransformatoren, behandelte Cerretelli, der gleichfalls auf das Regelproblem einging. Anregend ist auch die Studie Tchernycheffs zur Ausbildung des für Sowjetrußland geplanten 380 kV-Fernleitungsnetzes. Er kommt zu dem Ergebnis, daß die bisher nur für Prüfzwecke benutzte Kaskadenschaltung mehrerer Transformatoren für das russische Höchstspannungsnetz wesentliche Vorteile gegenüber dem üblichen System erbringt, vor allem im Hinblick auf Transportfähigkeit, aber auch Betriebsbeweglichkeit und Sicherheit gegen Überspannungen, u. zw. ohne wesentliche Verteuerung der Anlage. Schließlich verdient die knapp gefaßte Monographie von Typke und Schätz über Transformatoren- und Schalteröle und ihre praktische Behandlung besondere Erwähnung. Sie heben die Unveränderlichkeit des Öles bei neuzeitlichen Behandlungsweisen hervor.

War auf den bisher besprochenen Arbeitsgebieten eine erfreulich starke, wenn nicht gar überwiegende Beteiligung deutscher Fachgenossen an den Berichten zu bemerken, so trat sie bei der Behandlung der aktuellen Umrichterfragen in den Hintergrund. Nur Löbl hatte eine kurze Mitteilung über seinen Hüllkurvenumrichter und die Versuche beim RWE beigesteuert. Bekanntlich ist in Deutschland gerade auf diesem Gebiete eine besonders erfolgreiche Entwicklungsarbeit geleistet worden. Der Grund für die Zurückhaltung ist offenbar in den erst jüngst erfolgten ausgiebigen Veröffentlichungen und Aussprachen zu erblicken, die den Lesern der ETZ bekannt

sind[1]. Diesen gegenüber erbrachten die Pariser Besprechungen auch wenig Neues. Von den ausländischen Berichtern gab Odermatt einen historischen Überblick über die Ausbildung der Glas- und Eisengleichrichter bis zu den heutigen Großgleichrichtern von 12 000 A Höchststromstärke und, für Sendezwecke, 20 000 V Höchstspannung. Er behandelte dann die Gittersteuerung und ihre bekannten vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten. Gaudenzi und Kobel teilten interessante Untersuchungen an Quecksilberdampf-Gleichrichtern mit über die Frage, inwieweit die Steuerfähigkeit des Gitters von Restgasen, Restionisation und dem Quecksilberdampfdruck selbst beeinflußt wird. Die amerikanische Entwicklung der gittergesteuerten Quecksilberdampf-, Gleich- und Wechselrichter behandelte Brown. Er zeigte zwei Schaltungen zur Spannungsregelung bzw. Kompoundierung von Gleichrichtern, ging dann auf die selbsttätige Lichtbogenlöschung mittels Gittersteuerung bei Kurzschlüssen ein an Hand einer neuen Schaltung und unter Beifügung von Oszillogrammen und beschrieb zum Schluß auch Wege der Frequenzumformung, ohne hierzu aber neue Gesichtspunkte beizusteuern. Sehr beachtlich ist auch die Studie von Sabbah über die Rückzündungen. Das Zusammenwirken der Material- und Feldeigenschaften des Entladungsgefäßes und der Ionisierungszustand spielen hier die entscheidende Rolle. Über Glühkathoden-Gleichrichter mit Gas- oder Dampffüllung lag nur eine Mitteilung von Gillon vor.

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 761 u. 770.

Schließlich ist noch einer über den Kreis der Maschinenbauer hinaus interessanten Entschließung zu gedenken, die der Kongreß in seiner zweiten Sektion zur Sprachenfrage traf. Nach einem Vortrage von Wüster über internationale Sprachnormung in der Elektrotechnik und einer Erörterung, die die ungleich schnellere Erlernbarkeit sowie die Leichtigkeit und Unzweideutigkeit der Aussprache des Esperanto im Vergleich mit dem Englischen bezeugte, wurde mit Zustimmung der anwesenden Engländer und Amerikaner beschlossen, die Wörterbuchkommission der IEC um Aufnahme des Esperanto zu ersuchen und damit auch um offizielle Anerkennung einer von Wüster bereits im wesentlichen geschaffenen Esperanto-Nomenklatur der Elektrotechnik. Im Hinblick auf die kürzliche Aussprache im Deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine, bei der die Meinungen über die Eignung des Esperanto im Vergleich mit dem Englischen noch geteilt waren, ist dieser Beschluß zu beachten. Er dürfte einen geschichtlichen Markstein bilden, vergleichbar der Empfehlung des C.G.S.-Systems durch den Pariser Kongreß von 1881, auch wenn sicher noch manches Jahrzehnt vergehen wird, bevor es eine Selbstverständlichkeit geworden ist, daß auf internationalen Kongressen eine neutrale, für alle leicht erlernbare und verständliche Sprache der Wissenschaft gesprochen wird.

Dr. Robert Pohl.

---

2. Der Blitz und seine Wirkungen auf Freileitungen.

(4. Sektion.)

Nach dem Bericht von C. L. Fortescue zeigen die letzten Ergebnisse, daß bei unmittelbaren Blitzeinschlägen die Steilheit des Spannungsanstiegs auf einer Leitung $15 \cdot 10^6$ V/μs betragen kann, und daß der Spannungscheitelwert $20 \cdot 10^6$ V erreichen kann, wenn kein Überschlag erfolgt. Der Strom kann bis zu 200 000 A ansteigen. Die Dämpfung ist für Spannungen oberhalb der Koronagrenze sehr stark und für positive größer als für negative, für kurze Wellen größer als für lange. Störungen an Hochspannungsleitungen werden nur durch unmittelbare Blitzschläge hervorgerufen. Erdseile bieten einen wirksamen Schutz bei unmittelbaren Einschlägen, insbesondere bei niedrigem Erdungswiderstand der Maste. Die Stoßimpedanz eines Leiters sinkt mit wachsendem Spannungscheitelwert bei Überschreitung der Koronagrenze infolge Kapazitätsvergrößerung des Leiters. Unter dem Einfluß der Korona wird die Geschwindigkeit von Wellenteilen hoher Spannung unter die Lichtgeschwindigkeit herabgesetzt. Dadurch werden Stirn und Scheitel der Wellen verschliffen und spätere Wellenteile erhöht. Bei einer durch ein Erdseil geschützten Leitung werden bei einem Einschlag in dieses unter dem Einfluß der auf dem Erdseil auftretenden Korona die in den Phasenseilen induzierten Spannungen selten die Betriebspannung der Leitung erreichen. Bei einem unmittelbaren Einschlag in ein Phasenseil tritt fast immer ein Isolatorenüberschlag auf. Hierbei wird die Spannung der Welle auf einen Wert herabgesetzt, der dem Stoßwiderstand des Mastes und dem der Erdung entspricht. Die restliche Welle wird unter dem Koronaeinfluß rasch verschliffen. Geringe Erdungswiderstände sind von überragender Bedeutung. Bei zweckmäßiger Erdseilverlegung laufen auf die Stationen bei Einschlägen in die Erdseile oder Masten selbst bei Entfernungen von nur wenigen Spannfeldern bis zur Station Wellen geringer Höhe zu, so daß nicht nur die Leitung, sondern auch Stationen durch Erdseile wirksam geschützt werden. Der Schutz von Stationen selbst durch Erdseile kann leicht durchgeführt werden. Ein unterirdisch verlegter Leiter (Bodenseil), der die Erdplatten der Masten verbindet, setzt den ohmschen Widerstand im Verhältnis 20 : 1, den Wellenwiderstand im Vergleich zu dem oberirdischer Erdseile mindestens im Verhältnis 2 : 1 herab. — Im Gegensatz zu Simpson[1] wird der Schluß gezogen, daß die Blitze beider Polaritäten stets von der Wolke ausgehen.

Zur Ermittlung der Wirkung unmittelbarer Einschläge werden Berechnungsverfahren für den Wellenwiderstand des Blitzkanals (200 Ω in 30 ... 50 m Bodenentfernung), eines Phasen- oder Erdseils, des Induktionsfaktors zwischen Leitung und Erdseil und des Wellenwiderstandes eines Mastes gegeben.

[1] Nature, Lond., Bd 124, S. 801 (1929).

F. W. Peek jr. führte aus, daß ein Blitz offenbar dann entsteht, wenn die Feldstärke in der Nähe der Erdoberfläche 328 kV/m erreicht; seine Spannung dürfte bei Längen von 300 ... 600 m etwa $1 \ldots 2 \cdot 10^8$ V betragen. Die Stirn einer auf einer Leitung induzierten, nicht verschliffenen Spannungswelle zeigt annähernd die Höhe der Wolke und die Länge der auf der Leitung gebundenen Ladung an, der rückwärtige Abfall der Welle hingegen ist ein Maß für die Dauer und Art der Wolkenentladung. Die Erscheinungen bei unmittelbarem Einschlag und bei induzierten Spannungen hängen gesetzmäßig voneinander ab.

Die unmittelbar gemessenen Blitzstromstärken liegen in derselben Größenordnung wie die aus dem Verlauf der Wellen geschätzten. Diese Übereinstimmung gestattet unabhängig die Bestimmung induzierter Spannungen aus den Messungen von Strom und Entladedauer. Die Wolkenhöhe liegt zwischen rd. 150 und 1060 m (Mittel rd. 457 m), die Entladedauer zwischen 5 und 500 μs (Mittel 20 μs), die Stromstärke zwischen 10 000 und 500 000 A.

Die überwiegende Mehrzahl der durch Blitze verursachten Störungen rührt von negativen Wolken her. Sehr hohe Stromstärken sind beim Blitzschlag durch sukzessive Reflexionen zwischen Wolke und Einschlagstelle möglich. Einfache Formeln gestatten die Berechnung der Spannungen auf Leitungen infolge Induktion und unmittelbaren Einschlags. Im Gegensatz zur Ansicht von Fortescue glaubt Peek, daß sehr hohe induzierte Spannungen auftreten können, jedoch wird die Wahrscheinlichkeit ihres häufigen Auftretens nicht für groß erachtet. Daher sind die meisten Störungen an hochisolierten Leitungen auf unmittelbare Einschläge zurückzuführen. Mit abnehmender Isolation wächst jedoch die Bedeutung induzierter Spannungen. Erdseile bewirken eine Herabsetzung induzierter Spannungen und von Spannungen infolge unmittelbarer Einschläge auf ungefährliche Werte. Ein geringer Erdungswiderstand der Erdseile ist für den Schutz gegen unmittelbare Einschläge von besonderer Bedeutung. Geeignete Erdseilanordnungen werden besprochen und Mindestabstände zwischen diesen und den Phasenseilen angegeben.

Der bei der Stoßbeanspruchung von Isolation wirksame Stoßfaktor wird erörtert und eine Näherungsformel für die Verzögerung entwickelt. Von besonderer Bedeu-

tung ist die Untersuchung der in einem Umspanner bei Stoß auftretenden Wellen und ihre Beherrschung in nicht resonanzfähigen Umspannern. Spannungsbegrenzer (Funkenstrecken) und Überspannungsableiter werden gewöhnlich gemeinsam eingebaut; ersterer hat die Aufgabe, beim Versagen des Ableiters das Überschreiten einer oberen Spannungsgrenze zu verhindern. Ein Anwendungsbeispiel für den Entwurf einer blitzsicheren Leitung beschließt den Bericht.

V. Aigner.

---

3. Beleuchtung und Photometrie.

(6. Sektion.)

Die 6. Sektion des Internationalen Elektrizitätskongresses zu Paris hatte die elektrische Beleuchtung und die Photometrie zum Verhandlungsthema. Von dem einleitenden deutschen Vortrag, den W. Dziobek über den augenblicklichen Stand der Frage der Lichteinheit hielt, ist bereits ein Auszug erschienen[1], aus der Diskussion, die sich anschloß, sei noch besonders auf die Messungen hingewiesen, die zur Behebung der methodischen Schwierigkeiten bei der Übertragung der Lichtstärke von der Kohlefadenlampe auf die heutigen Wolframlampen angestellt worden sind. Als die geeignetste Methode sei die an und für sich schwierig zu handhabende Filtermethode zu bezeichnen. Durch Einführung dieser Methode sind nach einer Mitteilung von M. Crittenden Korrektionen von 2 ... 3 % an der internationalen Kerze bei der Farbtemperatur der gasgefüllten Wolframlampe zu erwarten.

Der Vortrag von M. Pirani „Neue Forschungen auf dem Gebiet der Lichterzeugung" wird in dieser Zeitschrift H. 42 erscheinen. In der Diskussion wurde die Lebensdauerfrage von Leuchtröhren (1000 ... 2000 h) und die Erzeugung weißen Lichtes (Verwendung mehrerer verschiedenfarbiger Röhren, z. B. Hg und Ne, und Verwendung anderer Metalldämpfe, z. B. Rubidium) erörtert.

Von dem großen Interesse, das dies Thema erweckte, zeugt die Einschiebung eines Experimentalvortrages über elektrische Entladungsröhren, der von dem französischen Forscher George Claude gehalten wurde. Die Entwicklung der Gasentladungsröhren führte auch in Frankreich

1. zur Erhöhung der Leuchtdichte und
2. zum Versuch, die Lichtfarbe der des Sonnenlichtes anzupassen.

Edelgase und Quecksilber werden zur Füllung benutzt. In den Hochspannungsröhren gibt eine Mischung von Helium und Neon bei Drücken von 1 mm und Stromdichten von etwa 0,25 A/cm² ein weißliches Licht. Bei diesen hohen Stromdichten in den Hochspannungsröhren wird die Elektrode zur Vermeidung der Zerstäubung mit einem Randschutz versehen, eine Aufzehrung der Gase findet dann während der 4000 ... 5000 h Lebensdauer nicht statt. Für Netzspannung werden Intensivröhren mit Stromstärken bis 25 A hergestellt. Bei dem üblichen Drehstrom (380 V) werden sie in Gleichrichterschaltung betrieben. Sie haben drei Anoden und eine flüssige Kaliumkathode. Die Lichtausbeute einer solchen mit Neon gefüllten Röhre beträgt z. B. 30 Lm/W, bei Hg-Niederdrucklampen werden 40 Lm/W erreicht.

Das Problem der Erzeugung weißen Lichtes ist durch Mischungen von Hg mit Xe erreicht. Bei niedrigem Gasdruck und Anregung mit Knallfunken (Stromdichte 100 A/cm²) ergibt sich ein weißes Licht, das spektral zerlegt, eine äußerst dichte Belegung des Spektrums mit Banden zeigt.

C. Reczynski gab einen Überblick über die in seinem Institut (Lemberg) durchgeführten Untersuchungen am Hg-Lichtbogen. Der Kathodenfall an einer flüssigen Hg-Kathode beträgt danach rd. 100 V. Reczynski hat eine neue Lampe mit Elektroden aus glühendem Wolframdraht konstruiert, wodurch der Kathodenfall auf rd. 5 V herabgesetzt und ein spezifischer Verbrauch von 0,1 W/HK erreicht werden soll.

T. Asada hat eine neue Hg-Bogenlampe mit wasser- oder luftgekühlten Hg-Elektroden konstruiert. Es wird über elektrische und spektrale Messungen berichtet. Die Lampe ist zur Herstellung von Blaupausen benutzt worden.

Über die Entwicklung der elektrischen Glühlampen während der letzten Jahre in Frankreich berichteten L. Wetzel und R. Grandjean. Besondere Ausbildung haben die Automobillampen und die Lampen für photographische Ateliers erfahren, im übrigen fand wie überall eine Vereinheitlichung der Typen statt.

Über den Standpunkt der Beleuchtung mit Kohlebogen- und Quecksilberdampf-Lampen berichtete N. Leblanc. Auch in Frankreich ist die Bogenlampe in der Straßenbeleuchtung allmählich fast überall durch gasgefüllte Glühlampen ersetzt. Nur die Dia-Carbone-Lampe von Körting & Mathiesen hat sich noch in größerem Maße einführen können. Sie ist recht zuverlässig im Brennen, ihr Lichtstrom und ihre elektrischen Daten werden angegeben. Quecksilberdampf-Lampen werden nur noch für großflächige diffuse Leuchten, oder wo zur Erhöhung der Sehschärfe monochromatische Beleuchtung erwünscht ist, verwertet. Die amerikanischen Versuche über zwei Zwecklampen (Beleuchtung und U.V.-Strahlung) werden erwähnt.

L. Bloch gab einen Überblick über die Eigenschaften und die Verwendung zu lichttechnischen Messungen von Sperrschicht-Photozellen. In der Diskussion wurde darauf hingewiesen, daß in Frankreich P. Auger vor 4 Jahren Zellen eines ähnlichen Typus entwickelt habe.

N. R. Campbell berichtete über die durchgeführten Methoden der Kolorimetrie mit Photozellen: Hardysches Spektralkolorimeter, das Toussaintsche mit sechs Filtern ausgerüstete Kolorimeter und die Bestimmung des Ausschlagsverhältnisses zweier Zellen verschiedener Empfindlichkeit oder mit verschiedenem Filter, die bei solchen Lichtquellen genügt, deren Farbänderung durch einen Parameter zu kennzeichnen ist, z. B. bei Temperaturstrahlern.

J. Dourgnon gab einen Überblick über die vorhandenen rechnerischen Ansätze zur Behandlung folgender Fragen: Lichtverteilung von Beleuchtungskörpern, Einfluß der Decke und der Wände, Schattigkeit, Beurteilung und Bewertung der erzeugten räumlichen Beleuchtung. In der Diskussion wurde insbesondere auf die diesbezüglichen Arbeiten von Lingenfelser hingewiesen.

J. Ondracek zeigt in seinem Vortrag: „Bewertung einer Beleuchtungsanlage vom Gesichtspunkte einer guten Adaptation aus", daß die mittleren Leuchtdichten zweier gesehener Felder sich angenähert verhalten wie die Beleuchtungstärken auf der Pupille, wenn das Auge einmal das eine und dann das andere Feld betrachtet. Die Wirkung einer Allgemeinbeleuchtung und einer Arbeitsplatzbeleuchtung aufs Auge kann also durch Messung der Beleuchtungstärken beurteilt werden, wenn die Auffangplatte des Apparates senkrecht zu den entsprechenden Blickrichtungen gehalten wird.

J. Dourgnon schlägt vor, die Blendung anzugeben als die Änderung des Schwellenwertes der Lichtempfindlichkeit eines Netzhautelementes in der fovea, wenn irgendein anderes Netzhautelement belichtet wird. In der Diskussion wurde geltend gemacht, daß es richtiger sei, Versuche über die Blendung in den praktisch vorkommenden Fällen anzustellen und von Definitionen zunächst abzusehen.

Der Vortrag von R. Kurosawa befaßt sich mit lichtstreuenden Medien. Es wird eine einfache photoelektrische Anordnung zur Messung der Leuchtdichteverteilung beschrieben und ein abgeändertes Rousseaudiagramm zur Ermittlung des Lichtstroms aus der Leuchtdichteverteilung entworfen.

Dr. E. Lax.

[1] ETZ 1932, S. 619

Der Rechtschutz gegen Werkspionage.

Von Rechtsanwalt **Bernhard Blau**, Berlin.

Übersicht. Durch die Verordnung zum Schutze der Wirtschaft vom 9. III. 1932 ist der Rechtschutz gegen Werkspionage erweitert worden. Er besteht auch, wenn das Vergehen im Auslande begangen ist. — Ferner wird der „private Werkschutz" vom Gesetz berücksichtigt. Nicht nur der „Angestelltenverrat wird bestraft, sondern auch der Versuch, einen Nichtangestellten zu dem Vergehen zu verleiten. — In Prozessen über den Verrat von Betriebsgeheimnissen ist die Öffentlichkeit auszuschließen, wenn eine Gefährdung eines wichtigen Geschäfts- oder Betriebsgeheimnisses zu besorgen ist. Der Rechtschutz gegen den Verrat von Betriebsgeheimnissen ist allerdings auch in der neuen gesetzlichen Regelung nur auf die Dauer des Dienstverhältnisses des Angestellten oder Arbeiters beschränkt. Eine Verlängerung des Rechtsschutzes über diese Dauer hinaus erscheint im Interesse der Elektrizitätsindustrie geboten.

Der bei einem großen deutschen Elektrizitätskonzern vor kurzem aufgedeckte Fall der Werkspionage ist für die gesamte Elektrizitätsindustrie von prinzipieller Bedeutung. Die Frage ist auch deshalb besonders aktuell, weil sie durch Notverordnung zum Schutze der Wirtschaft vom 9. III. 1932 (RGBl. I S. 121) neu geregelt ist.

Anlaß zu dem erweiterten Rechtschutz gegen den Verrat von Betriebsgeheimnissen gaben verschiedene Fälle der Werkspionage bei großen Industriekonzernen. Die Bedeutung des erweiterten Rechtschutzes ist eine außerordentliche. Wird es doch z. B. auf den Verrat von Betriebsgeheimnissen zurückgeführt, daß der Absatz der deutschen Farbenindustrie, die früher etwa 85 % nach Amerika lieferte, auf etwa 8 % zurückging.

Eine besondere Rolle spielt der Verrat von Betriebsgeheimnissen an das Ausland. Er führte zu dem Plan, ein besonderes Gesetz gegen „wirtschaftlichen Landesverrat" zu schaffen. Man ist jedoch davon abgegangen, durch Übernahme der Vorschriften des Gesetzes „gegen den Verrat militärischer Geheimnisse" ein solches Gesetz zu schaffen. Vielmehr war man bestrebt, die Bestimmungen des „Gesetzes gegen den unlauteren Wettbewerb" (= UWG. RGBl. 1909, S. 499; 1925 II. S. 115) zu schärferer Erfassung der Werkspionage zu erweitern, insbesondere auch die Strafvorschriften zu verschärfen. Vor allem wird durch die Verordnung zum Schutze der Wirtschaft der Verrat von Betriebsgeheimnissen an das Ausland mit einer erhöhten Strafe belegt. Es kann hier auf Gefängnisstrafe bis zu fünf Jahren erkannt werden (§ 17 Abs. 3 der VO.). Während früher der Geheimnisverrat nur bestraft werden konnte, wenn er im Inland begangen war, wird nunmehr — ähnlich wie in der Devisengesetzgebung — auch die Begehung im Ausland unter Strafe gestellt, wenn sich die Tat gegen die Geheimnisse eines inländischen Geschäfts oder Betriebes richtet. Die Strafverfolgung ist hier jedoch keine obligatorische, sondern eine fakultative. Es kann also der Geheimnisverrat verfolgt werden, wenn ein Deutscher oder ein Ausländer im Ausland die Tat begeht. Die Verfolgung steht hier im Ermessen der Strafbehörde, das Nichteinschreiten derselben gibt also der verletzten Firma kein Beschwerderecht.

Im einzelnen handelt es sich bei der Neuregelung der Verordnung zum Schutze der Wirtschaft um folgende Abänderungen der früheren Bestimmungen des „Gesetzes gegen den unlauteren Wettbewerb" (UWG.):

1. Es findet nunmehr der in den Industriebetrieben organisierte „private Werkschutz" gegen die Industriespionage im Gesetz Berücksichtigung. Die Aufdeckung des Geheimnisverrates erfolgt hier in der Praxis häufig dadurch, daß ein Mitglied des Werkschutzes oder ein Beauftragter desselben sich als Kaufinteressent gegenüber dem Angestellten oder Arbeiter ausgibt. Nach der früheren Rechtsprechung des Reichsgerichts bliebe, wenn durch dieses angebliche Kaufangebot der Verrat entdeckt würde, der Täter straflos (Entscheidung des Reichsgerichts in Strafsachen Bd. 57, S. 14), weil die Strafbarkeit in den früheren §§ 17 und 18 UWG. davon abhängig war, daß der Verrat an andere als die von dem Verrat betroffene Firma oder deren Beauftragte erfolgte. In der neuen Fassung des § 17 UWG. ist die Mitteilung von Betriebsgeheimnissen „an jemand" für strafbar erklärt. Dadurch gewinnt die Organisation des privaten Werkschutzes, die eine scharfe Waffe im Kampfe gegen die Werkspionage darstellt, erheblich an Bedeutung. Nach der Neuregelung des § 17 Abs. 4 UWG. wird die Tat auch dann bestraft, wenn der Empfänger der Mitteilung, ohne daß der Täter dies weiß, das Geheimnis schon kennt oder berechtigt ist, es kennen zu lernen.

2. Der Verrat von Betriebsgeheimnissen ist gegenüber der früheren Regelung nunmehr auch dann strafbar, wenn der Täter aus Eigennutz, also nicht nur zu Zwecken des Wettbewerbes, die Tat begeht.

3. Während in der früheren Regelung nur der Versuch der Anstiftung zum „Angestelltenverrat" bestraft wurde, wird nunmehr in § 20 der VO. bestimmt, daß die Strafe denjenigen trifft, der zum Zwecke des Wettbewerbes oder aus Eigennutz jemand, also einen Angestellten oder Nichtangestellten, zu dem Vergehen zu verleiten sucht, oder das Erbieten eines anderen zu einem solchen Vergehen annimmt. Ebenso wird bestraft, wer zu Zwecken des Wettbewerbes oder aus Eigennutz sich zu dem Vergehen erbietet oder sich auf das Ansinnen eines anderen zu einem solchen Vergehen bereit erklärt.

Hierdurch erfahren die Tatbestände des Geheimnisverrats eine wesentliche Erweiterung. Zwar ist hier die Tat noch nicht vollendet, jedoch schon der Vollendung nahe. Gerade hier handelt es sich aber um einen rechtzeitigen Eingriff, wenn der Rechtschutz seine Wirkung nicht verfehlen will.

4. Der Rechtschutz für Betriebsgeheimnisse könnte illusorisch werden, wenn er durch den Prozeß über den Verrat von Betriebsgeheimnissen offenbar würde. Diesem Umstande tragen Artikel II und III der VO. Rechnung. Die bisherige Bestimmung des § 172 des Gerichtsverfassungsgesetzes, wonach die Öffentlichkeit in Verhandlungen ausgeschlossen werden kann, wenn sie eine Gefährdung der öffentlichen Ordnung, insbesondere der Staatsicherheit oder der Sittlichkeit besorgen läßt, ist nunmehr dahin erweitert worden, daß der Ausschluß der Öffentlichkeit auch dann erfolgen kann, wenn eine Gefährdung eines wichtigen Geschäfts- oder Betriebsgeheimnisses zu besorgen ist. Durch einen besonderen Beschluß des Gerichts kann unter diesen Voraussetzungen auch für die Verkündung der Urteilsgründe oder eines Teiles davon die Öffentlichkeit ausgeschlossen werden. Das Gericht kann den anwesenden Personen die Geheimhaltung von Tatsachen, welche durch die Verhandlung, durch die Anklageschrift oder durch andere amtliche Schriftstücke des Prozesses zu ihrer Kenntnis gelangen, zur Pflicht machen. Die Geheimhaltung wird dadurch gewährleistet, daß die Verletzung des Schweigeverbotes nach dem Gesetz vom 5. IV. 1888 strafbar ist, ferner auch die Veröffentlichung von Berichten über die Verhandlung durch die Presse.

5. Der Rechtschutz gegen den Verrat von Betriebsgeheimnissen ist auf die Dauer des Dienstverhältnisses abgestellt, was den Interessen der Industrie widerspricht. Bestraft wird lediglich derjenige, der als Angestellter, Arbeiter oder Lehrling eines Geschäftsbetriebes ein Geschäfts- oder Betriebsgeheimnis, das ihm vermöge des Dienstverhältnisses anvertraut oder zugänglich geworden ist, während der Geltungsdauer des Dienstverhältnisses unbefugt jemandem zu Zwecken des Wettbewerbes oder aus Eigennutz oder in der Absicht, dem Inhaber des Geschäftsbetriebes Schaden zuzufügen, mitteilt. Ebenso wird bestraft, wer ein Geschäfts- oder Betriebsgeheimnis, dessen Kenntnis er durch eine der oben bezeichneten Mitteilungen oder durch eine gegen das Gesetz oder die guten Sitten verstoßende eigene Handlung erlangt hat, zu Zwecken des Wettbewerbs oder aus Eigennutz unbefugt verwertet oder jemandem mitteilt. Bestraft wird ferner, wer die ihm im geschäftlichen Verkehr anvertrauten Vorlagen oder Vorschriften technischer Art, insbesondere Zeichnungen, Modelle, Schablonen, Schnitte, Rezepte zu Zwecken des Wettbewerbes oder aus Eigennutz unbefugt verwertet oder jemandem mitteilt. In allen diesen Fällen gelten die Strafvorschriften auch dann, wenn der Empfänger der Mitteilung, ohne daß der Täter dies weiß, das Geheimnis schon kennt oder berechtigt ist, es kennen zu lernen.

Unter „Geltungsdauer des Dienstverhältnisses" ist jedoch lediglich die nach *Vertrag* oder *Tarif* geschaffene *rechtliche* Geltungsdauer zu verstehen und nicht die *tatsächliche* Dauer. Es kann sich also ein Angestellter der Bestrafung nicht etwa dadurch entziehen, daß er vorzeitig das Dienstverhältnis aufgibt. Der Angestellte darf die während der Geltungsdauer des Dienstverhältnisses auf *rechtmäßige* Weise erlangten Kenntnisse *nach* Beendigung desselben verwerten, und zwar auch zu Zwecken des Wettbewerbes (so Entscheidung des Reichsgerichts in Strafsachen Bd. 61, S. 472 sowie Entscheidung des Reichsgerichts in Zivilsachen Bd. 65, S. 337). Nur die „gegen das Gesetz oder die guten Sitten" erlangten Kenntnisse von Betriebsgeheimnissen stehen auch *nach* Beendigung des Dienstverhältnisses unter Strafe. Diese Regelung bedarf im Interesse der Wahrung der Betriebsgeheimnisse der Unternehmungen im Hinblick auf die außerordentlichen Schadensmöglichkeiten dringend einer Änderung. Dies um so mehr, als auch in der Literatur angenommen wird, daß selbst eine vertraglich eingegangene Schweigeverpflichtung zwischen Geschäftsherrn und Angestellten diesen hinsichtlich der rechtmäßig erlangten Betriebsgeheimnisse nach Beendigung des Dienstverhältnisses nicht mehr bindet. Dieser Ansicht ist m. E. *nicht* beizutreten, weil ein gemäß § 74 ff. HGB. oder § 133 ff. der Gewerbeordnung vereinbartes Schweigegebot eben die Geltungsdauer des Dienstverhältnisses im Sinne des UWG. über die ursprünglich vereinbarte Zeit hinaus *verlängert*. (Vgl. hierzu *Rosenthal* UWG. Note 28.)

6. Über den Begriff des „Geschäfts- oder Betriebsgeheimnisses", der Gegenstand der Verordnung zum Schutze der Wirtschaft ist, enthält diese keine Definition, ebenso wie das UWG. selbst. Hinsichtlich der Begriffsbestimmung sei auf die Ausführungen der *Sachbearbeiter* „der Verordnung zum Schutze der Wirtschaft" hingewiesen, die annehmen, daß ein Geschäfts- oder Betriebsgeheimnis bezüglich *jeder* mit einem Geschäftsbetrieb zusammenhängenden Tatsache gegeben ist,

a) die geheim ist,
b) die der Betriebsinhaber geheim halten will,
c) an deren Geheimhaltung ein geschäftliches Interesse des Betriebsinhabers besteht.

(Vgl. *Harmening-Wagner-Schäfer*, „Ausverkaufswesen und Schutz von Geschäfts- und Betriebsgeheimnissen", Berlin 1932, S. 47.)

Der Unterschied des *Geschäfts*geheimnisses vom *Betriebs*geheimnis ergibt sich aus der Natur des Unternehmens oder seiner Teile. Geschäftsgeheimnisse beziehen sich vornehmlich auf das „Gebiet des allgemeinen Geschäfts- und Handelsverkehrs", insbesondere also auf den Vertrieb der Waren, Betriebsgeheimnisse beziehen sich im wesentlichen „auf die Herstellung und die *technische* Seite des Betriebes" (vgl. a. a. O. sowie Entscheidung des Reichsgerichts in Strafsachen Bd. 29, S. 430). Es ist nicht zu verkennen, daß die Unterscheidung zwischen Geschäfts- und Betriebsgeheimnis oft schwer durchführbar ist, da beide Arten sich oft überschneiden werden. Die Unterscheidung ist aber nicht so wesentlich, da nach dem UWG. sowohl Geschäfts- wie Betriebsgeheimnisse den Rechtschutz gegen Geheimnisverrat genießen.

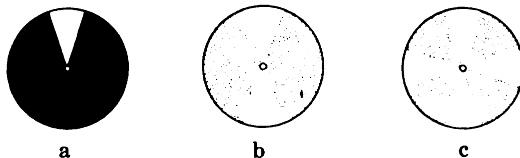
Das stroboskopische Verfahren zur Schlüpfungsmessung und zur Vorführung von Wechselstromvorgängen*.

Von Dipl.-Ing. **Emil Kosack**, Hagen i. W.

Übersicht. Dem älteren Verfahren der stroboskopischen Schlüpfungsmessung, bei der eine auf die Welle des zu untersuchenden Motors gesetzte, mit einer Marke versehene Scheibe beobachtet wird, wird ein Verfahren gegenübergestellt, bei dem hinter die eine schmale Öffnung enthaltende Scheibe eine Glimmlampe angebracht wird, deren Beobachtung einen Schluß auf die Schlüpfung zuläßt. Die asynchron angetriebene Lochscheibe bietet auch die Möglichkeit, mit Lichtwirkungen verbundene Wechselstromerscheinungen zu beobachten sowie die Wechselstromvorgänge selbst zu veranschaulichen.

A. Schlüpfungsmessung.

Das stroboskopische Verfahren wird im Laboratorium vielfach angewendet, um den Synchronismus einer Maschine festzustellen oder Abweichungen vom Synchronismus nachzuweisen. Besonders häufig wird es benutzt, um die Schlüpfung eines asynchronen Motors einwandfrei zu messen. Auf die Welle des Motors wird eine schwarze Scheibe gesetzt, auf welcher eine sektorförmige weiße Marke angebracht ist (Abb. 1 a). Wird die Scheibe durch



a b c

a Sektorscheibe zur stroboskopischen Beobachtung
b Bild der Scheibe beim Antrieb durch einen zweipoligen Motor
c Bild der Scheibe beim Antrieb durch einen vierpoligen Motor

Abb. 1.

eine elektrische *Bogenlampe* beleuchtet, welche von dem gleichen Wechselstromnetz gespeist wird wie der Motor, so scheint sie still zu stehen, wenn der Motor *synchron* läuft, da sie von dem Lichtbogen, der in jeder Halbperiode des Stromes einmal entsteht und wieder erlischt, immer in Augenblicken beleuchtet wird, in denen die Marke sich in gleicher räumlicher Lage befindet. Das entstehende Bild richtet sich nach der Zahl der Belichtungsimpulse während einer Umdrehung, und es entspricht z. B. bei einem zweipoligen Motor der Anblick der Scheibe der Abb. 1 b, bei einem vierpoligen Motor der Abb. 1 c. Ganz scharf umrissen erscheint das Bild nicht, da auch beim Stromdurchgang durch Null die Enden der Kohlenstifte noch nachglühen. Für eine gute Beobachtung der Erscheinung ist es jedenfalls wünschenswert, das Tageslicht nach Möglichkeit abzuschirmen.

Weicht nun die Drehgeschwindigkeit des Motors vom Synchronismus ab, so wird die Marke bei jedem neuen Stromwechsel, d. h. bei jedem neuen Belichtungsimpuls ein wenig zurückgeblieben sein, so daß der Eindruck entsteht, als ob die Scheibe sich langsam in einem zur Umlaufrichtung des Motors entgegengesetzten Sinne dreht, und die Zahl der scheinbaren Umdrehungen der Scheibe gibt die Schlüpfung des Motors an. Sie wird festgestellt, indem man die Zahl der an einem festen Punkt vorbeigleitenden Marken durch die Polzahl der Maschine dividiert.

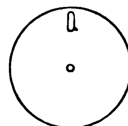


Abb. 2. Lochscheibe zur stroboskopischen Beobachtung.

Die *Glühlampe* eignet sich für stroboskopische Versuche nicht, da die periodischen Helligkeitschwankungen einer solchen Lampe, wenn sie mit Wechselstrom von 50 Hz betrieben wird, zu gering sind. Sehr günstig verhält sich für den genannten Zweck dagegen die *Glimmlampe*. Trotz ihrer geringen Lichtstärke erhält man ein klareres Bild als bei der Bogenlampenbeleuchtung, was darauf zurückzuführen ist, daß sie beim Durchgang des Stromes durch Null völlig dunkel ist.

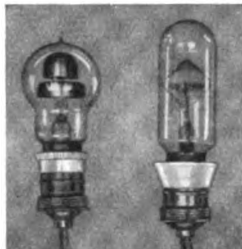
Unter Benutzung der Glimmlampe läßt sich die Schlüpfungsmessung aber auch noch in anderer Weise durchführen, u. zw. so, daß die Lampe *hinter* der auf die Motorwelle gesetzten Scheibe angebracht und durch ein Loch in der Scheibe hindurch beobachtet wird, dem etwa die Form eines schmalen Schlitzes gegeben wird (Abb. 2). Der Blick auf die Lampe wird bei dieser Anordnung während jeder Umdrehung nur einen kurzen Augenblick lang freigegeben, aber infolge des asynchronen Laufes des Motors erfolgt diese Freigabe von Umdrehung zu Umdrehung bei einem anderen Augenblickswert der Strom-

* Die Versuche wurden im elektrotechnischen Versuchsfeld der Vereinigten Technischen Staatslehranstalten für Maschinen- und Bergmaschinenwesen in Magdeburg durchgeführt und am 19. IV. 1932, teilweise bereits am 13. III. 1923 in der Elektrotechnischen Gesellschaft zu Magdeburg gezeigt

stärke, d. h. also bei einem anderen Phasenzustand der Lampe. Die Lampe wird also — scheinbar — der Schlüpfung entsprechend in langsamer Folge an einem ihrer Pole aufleuchten, wieder dunkel werden, mit veränderter Polarität wiederum aufleuchten, wieder dunkel werden usw. Die Zahl der Spiele in der Lampe gibt bei einem zweipoligen Motor unmittelbar die Schlüpfungsdrehzahl an. Dabei ist unter „Spiel" das zweipolige Aufleuchten der Lampe zu verstehen. Bei mehrpoligen Maschinen wird die Schlüpfungsdrehzahl erhalten, indem man die Zahl der Spiele durch die halbe Polzahl des Motors dividiert. Hieran wird auch nichts geändert, wenn die Scheibe mit soviel Öffnungen versehen wird, wie die Maschine Polpaare besitzt, wenn also z. B. bei einem vierpoligen Motor zwei gegenüberstehende, bei einem sechspoligen Motor drei unter 120 ° gegeneinander versetzte Schlitze angeordnet werden. Durch die größere Zahl der Öffnungen wird lediglich erreicht, daß sich der Vorgang des abwechselnden Aufleuchtens und Dunkelwerdens der Lampe für das Auge gleichmäßiger vollzieht.

Das vorstehend angegebene, vom Verfasser vielfach ausgeprobte Verfahren ist außerordentlich einfach und bequem in der Anwendung. Das Aufleuchten der Lampe läßt sich viel schärfer beobachten als das Vorbeihuschen der Marken auf einer von vorn beleuchteten Scheibe. Das Ergebnis fällt daher sicherer aus als bei dem bisher gebräuchlichen stroboskopischen Verfahren, was besonders dann in Erscheinung tritt, wenn die Schlüpfung groß ist. Vor allem bietet das „Lochscheiben-Verfahren" den Vorteil, daß es im vollkommen hellen Raume angewendet werden kann. Ein Energieverbrauch ist mit ihm ebensowenig wie mit dem früheren Verfahren verbunden, wenn man in beiden Fällen von der geringfügigen Luftreibung an der umlaufenden Scheibe absieht. Eine eigene Beobachtungsscheibe ist aber in vielen Fällen überhaupt entbehrlich, z. B. dann, wenn die Riemenscheibe eine Durchbohrung besitzt, die für die Beobachtung der Glimmlampe nutzbar gemacht werden kann.

Das beschriebene Verfahren der Schlüpfungsmessung kann auch in der Weise abgeändert werden, daß man die Glimmlampe statt durch die Öffnung einer Scheibe über einen flügelartig ausgebildeten Blechstreifen betrachtet, der mit einem umlaufenden Teile der zu untersuchenden Maschine verbunden ist, und durch welchen der Blick auf die Lampe bei jeder Umdrehung des Motors einmal abgedeckt wird („Deckflügel-Verfahren"). An der Lampe zeigen sich dann der Schlüpfung entsprechende Lichtschwankungen: kurze Zeitintervalle, in denen das Licht ruhig erscheint, werden von solchen abgelöst, in denen sich ein lebhaftes Flimmern bemerkbar macht, u. zw. abwechselnd an beiden Polen. Aus der Zahl der Spiele in der Lampe kann wieder — unter Berücksichtigung der Polzahl des Motors — die Schlüpfungsdrehzahl festgestellt werden. Die Breite des abdeckenden Flügels ist für die Beobachtung von untergeordneter Bedeutung.



a b

a Glimmlampe mit kappenförmigen,
b mit dreieckigen Elektroden

Abb. 3.

Bei den vorstehenden Erörterungen wurde stillschweigend angenommen, daß eine Glimmlampe mit getrennt angeordneten Elektroden zur Anwendung kommt, so daß das Aufleuchten beider Elektroden deutlich auseinander gehalten werden kann, eine Lampe also, bei der die Pole z. B. kappenartig oder in Dreieckform ausgebildet sind (Abb. 3). Die Beobachtung wird in diesem Falle — bei hoher Schlüpfungsfrequenz — noch dadurch erleichtert, daß die eine Elektrode entweder durch Schwarzfärben eines Teiles der Lampe oder durch ein zwischen Lampe und Beobachtungscheibe gehaltenes Stück Papier abgedeckt wird. Jedes Spiel der Lampe macht sich alsdann nur durch ein e i n m a l i g e s Aufleuchten derselben bemerkbar, wodurch das Zählen wesentlich erleichtert wird. Den gleichen Erfolg erzielt man, wenn man dem die Glimmlampe speisenden Wechselstrom Gleichstrom überlagert derart, daß die eine Halbwelle des Wechselstromes unterdrückt wird und die Lampe somit pulsierenden Gleichstrom empfängt, dessen Pulszahl der Frequenz, d. h. der halben Polwechselzahl des Wechselstromes entspricht[1]. Ein derartiges elektrisches Unterdrücken des Aufleuchtens eines der beiden Pole ist namentlich bei den neuerdings von der Osramgesellschaft vertriebenen Glimmlampen nützlich, bei denen die beiden aus Draht hergestellten Elektroden wendelartig ineinander gewickelt sind, so daß sich beim Betrieb mit Wechselstrom die Pole schlecht auseinander halten lassen. Bei dem kleinen Strombedarf der Glühlampe genügt als Gleichstromquelle bereits eine Anodenbatterie, an der sich die erforderliche Spannung leicht abgreifen läßt. Übrigens ist es auch durchaus nicht erforderlich, die eine Halbwelle der Wechselspannung völlig zu unterdrücken, es genügt vielmehr, sie soweit herabzusetzen, daß die Zündspannung der Glimmlampe unterschritten ist. Hierzu ist eine verhältnismäßig kleine Gleichspannung erforderlich.

[1] Vgl. K o h r s, ETZ 1925, S. 1954.

B. Beobachtung von Wechselstromerscheinungen.

Die Beobachtung der Glimmlampe durch den Spalt einer auf die Achse eines Asynchronmotors gesetzten Scheibe hindurch bietet auch die Möglichkeit, die Vorgänge in der Lampe selber zu verfolgen, da die sich in ihr während einer Periode abspielenden Erscheinungen, deren Dauer bei normaler Frequenz $^1/_{50}$ s beträgt, nach Art einer Zeitlupe auf den Zeitraum von mehreren Sekunden, je nach dem Betrage der Schlüpfung des Antriebsmotors, auseinander gezogen werden. Man erhält auf diese Weise einen fesselnden Einblick in das Arbeiten der Lampe. Bei einer Glimmlampe mit getrennten Elektroden nach Art der Abb. 3 läßt sich deutlich beobachten, wie sich von halber zu halber Periode die beiden Pole abwechselnd mit einer gelb-rosafarbigen Glimmschicht überziehen, und wie auch der Gasinhalt der Lampe halbperiodisch in schöner bläulicher Farbe aufleuchtet. Die Glimmschicht setzt offenbar jedesmal dann von neuem ein, wenn der der Zündspannung entsprechende Augenblickswert des Wechselstromes erreicht ist. Das Aufleuchten des Gases tritt jedoch auffallend später ein, und zwar ungefähr dann, wenn der Wechselstrom sich im Höchstwert befindet oder diesen vielleicht schon etwas überschritten hat. Sobald die Abreißspannung bei jeder Halbperiode unterschritten wird, bricht die ganze Erscheinung zusammen, um sich bei der nächsten Halbperiode an der anderen Elektrode in gleicher Weise zu wiederholen. Die Beobachtung der Lampe ist, wenn der Spalt in der sich drehenden Scheibe nicht allzu schmal gemacht wird, noch in einiger Entfernung gut möglich. Bei den heute hauptsächlich verwendeten Glimmlampen mit wendelartig gewickelten Drahtelektroden ist die Erscheinung ähnlich wie bei den Lampen mit getrennt angeordneten Elektroden, doch macht sich bei ihnen das Mitleuchten der Gasfüllung schwächer bemerkbar. Offenbar spielt hierbei, wie auch für gewisse Farbunterschiede der Glimmschicht, die Art der Gasfüllung eine Rolle.

Bietet so das vorstehend angegebene Verfahren die Möglichkeit, die Erscheinungen in der von Wechselstrom gespeisten Lampe zu studieren, so vermittelt es umgekehrt einen, wenn auch nur rohen Aufschluß über das Wesen des Wechselstromes selbst, indem — eine Lampe mit getrennten Elektroden vorausgesetzt — das Anschwellen und Abnehmen des Stromes sowie der dauernde Wechsel der Stromrichtung deutlich sichtbar gemacht werden können.

Auch das Wesen des M e h r p h a s e n s t r o m e s kann mit Hilfe der Lochscheibe veranschaulicht werden. Zur Erklärung des Dreiphasenstroms z. B. sind drei Glimmlampen mit getrennten Elektroden nebeneinander zu setzen, und jede Lampe ist an eine andere Phase des Drehstromsystems anzuschließen, Abb. 4. Bei richtiger Polung der Lampen, die sich leicht durch einen Vorversuch feststellen läßt, leuchten die Lampen, wenn sie durch den Schlitz der asynchron angetriebenen Lochscheibe beobachtet werden, in der dem System entsprechenden Reihenfolge auf: dem Aufleuchten des oberen Poles der Lampe 1 folgt das Aufleuchten des unteren Poles der Lampe 2, des oberen Poles der Lampe 3, des unteren Poles der Lampe 1 usw. Der Versuch kann noch wirkungsvoller in der Weise abgeändert werden, daß die drei Lampen hinter der Beobachtungscheibe so aufgebaut werden, daß sie — ein zweipoliger Motor vorausgesetzt — gegeneinander räumlich um je 120 ° versetzt sind. Alle Lampen können alsdann von der gleichen Phase des Drehstromes gespeist werden. Die Lampen leuchten, sobald der Motor in Gang gesetzt wird, für den Beschauer wiederum nacheinander auf, ähnlich wie man es bei Phasenlampen beobachten kann, die an eine Drehstrommaschine zur Feststellung des synchronen Zustandes angeschlossen sind. Auch bei einem vierpoligen Motor kann der Versetzungswinkel der Lampen 120 ° räumlich betragen. Bei entsprechender Polung der Lampen

kann das Aufleuchten der Lampenelektroden in der richtigen Reihenfolge unschwer erzielt werden.

Die beschriebenen Versuche zur Vorführung des ein- und mehrphasigen Wechselstromes können bei entsprechend großen Öffnungen in der drehbaren Scheibe gleichzeitig einem größeren Zuschauerkreis sichtbar gemacht werden und dürften daher wegen ihrer Einfachheit und Anschaulichkeit als Vorlesungversuche besonders geeignet sein. Wenn der Antriebmotor der Scheibe belastbar ist und damit die Schlüpfung veränderlich gemacht werden kann, so läßt sich die — scheinbare — Frequenz des Drehstromes beliebig einstellen.

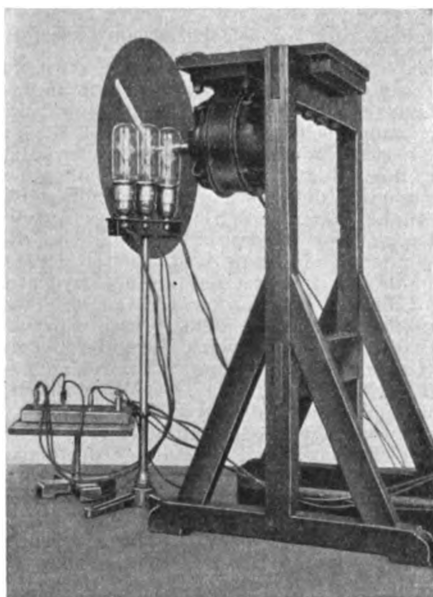


Abb. 4. Glimmlampen hinter der Lochscheibe eines Drehstrommotors zur Erläuterung des Dreiphasenstromes.

Mittels der asynchronen Lochscheibe kann auch das Verhalten eines Wechselstrom-Lichtbogens studiert werden[2]. Bei der verhältnismäßig großen Lichtstärke des Bogens kann er mit Hilfe eines Projektionsapparates durch die Öffnung hindurch auf die Leinwand gebracht werden, so daß die Vorführung auch in einem größeren Saale möglich ist. Erzeugt man den Lichtbogen zwischen zwei Kohleelektroden, so erkennt man, wie die Lichtentwicklung bei jedem Wechsel des Stromes von neuem einsetzt, wobei immer das Ende derjenigen Kohle am hellsten leuchtet, welche jeweils den positiven Pol bildet. Man sieht ferner, wie die den eigentlichen Lichtbogen umgebende, von den Verbrennungsgasen herrührende Aureole sich immer von neuem aufbläht, um alsbald wieder zusammenzuschrumpfen. Ein reizvolles Bild zeigt sich auch bei der Anwendung von Effektkohlen. In diesem Falle ist die von den verdampfenden Metallzusätzen der Kohlen herrührende Aureole besonders schön sichtbar. Wenn man den Lichtbogen zwischen einer Kohle- und einer Metallelektrode herstellt, so kann man die damit verbundene charakteristische Gleichrichterwirkung erkennbar machen. Der Lichtbogen tritt in diesem Falle nur während der Halbperioden des Stromes auf, für welche die Kohle die Kathode ist. In den anderen Halbperioden dagegen setzt der Lichtbogen aus.

Es liegt nahe, auch die verschiedenen Arten der Gleichrichter, soweit sie mit Lichterscheinungen verbunden sind, durch die asynchron umlaufende Lochscheibe zu betrachten. Entsprechend der Größe der zu untersuchenden Apparate empfiehlt es sich, die Öffnung in der Scheibe etwas größer als bei Lampenuntersuchungen zu machen. Beim Glimmlicht-Gleichrichter, der bekanntlich eine großflächige und eine klein gestaltete Elektrode besitzt, kann man zeigen, daß immer nur in jeder zweiten Halbperiode sich die große Elektrode mit Licht überzieht, daß aber in den anderen Halbperioden keine Lichtwirkung, abgesehen von der unauffälligen Glimmschicht an der kleinen Elektrode, eintritt. Es kommt also überzeugend zum Ausdruck, daß der Gleichrichter nur die eine Halbwelle des Stromes hindurchläßt, diejenige, für welche die große Elektrode Kathode ist, daß die andere Halbwelle dagegen unterdrückt wird. Beim Glühkathoden- wie auch beim Quecksilberdampf-Gleichrichter läßt die stroboskopische Beobachtung mit Hilfe der Lochscheibe erkennen, wie die stets an die Kathode gebundene Lichterscheinung abwechselnd zu den verschiedenen Anoden übergeht.

[2] Vgl. Görges, ETZ 1916, S. 213.

Die vorstehend aufgeführten Beispiele zeigen die mannigfache Verwendbarkeit des mit der Lochscheibe arbeitenden stroboskopischen Verfahrens zur Beobachtung solcher Wechselstromerscheinungen, die sich unter Lichtwirkungen abspielen; sie lassen sich sicherlich noch vermehren, z. B. in der Richtung der Gasentladungen in den Geißlerschen Röhren. Vor allem aber ist das Verfahren als ein vorzügliches Unterrichtsmittel zu werten, das die gekennzeichneten Wechselstromvorgänge in besonders anschaulicher Weise vorzuführen gestattet.

Isolatorstörungen in Südafrika.

Wie G. H. Swingler und W. de Smidt ausführen[1], zeichnet sich das Klima in Kapland durch einen fast völlig regenarmen Sommer und regenreichen Winter aus. Dabei beträgt die Stärke des Regens im Sommer, d. h. von Oktober bis März, im Durchschnitt monatlich nur etwa 2,1 mm bei einer mittleren relativen Luftfeuchtigkeit von 72 %. Während dieser Sommerzeit weht häufig ein außerordentlich starker Wind, der Sand, Staub und Salz von der Seeküste mit sich führt. Im Winter, d. h. von April bis September, wo die niedrigste Temperatur im Durchschnitt auf etwa 10 ° fällt, beträgt die monatliche Regenhöhe dagegen 76 mm an durchschnittlich 12 Regentagen.

Diese Witterungsverhältnisse üben auf das Verhalten der Isolatoren der dortigen 33 kV-Übertragungsleitungen der Electricity Supply Commission einen außerordentlich großen Einfluß aus, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Leitungen auf Eisenmasten von Mannesmann-Rohr verlegt sind. Ursprünglich waren zweiteilige Stützenisolatoren für 55 kV Betriebspannung mit einer Trockenüberschlagspannung von 150 kV und einer Regenüberschlagspannung von 100 kV bei einem Kriechweg von 70 cm eingebaut. Bei der anfänglichen Spannung von 12 kV genügten diese Isolatoren auch. Als jedoch die Betriebspannung auf 33 kV erhöht wurde, traten häufige Störungen infolge Durchschlägen von der Unterseite des Oberteiles nach der Stütze zu auf, selbst nachdem die Isolatoren teilweise durch noch größere ersetzt worden waren. Als gefährlichste Stelle der Leitung erwies sich dabei eine solche von 3 km Länge in einer Entfernung von 5 km von der Küste, als nach einem sehr heißen Tage (39 ° C im Schatten) bei sinkender Temperatur starker Nebel auftrat und dabei 11 Isolatoren innerhalb 24 h über- bzw. durchschlugen.

In einer zweiten Strecke, die mit Gabelkreuz-Querträgern versehen war, wurden daher dreigliedrige Häng- und viergliedrige Abspannisolatoren (für 66 kV Betriebsspannung) eingebaut. Bei südwestlichen Winden, verbunden mit Seenebel bei sinkender Abendtemperatur, traten jedoch auch hier Störungen in Form von dauernden Überschlägen auf. Es wurden daher noch verschiedene andere Arten von Isolatoren, wenn auch erfolglos, versucht. Als solche mußten ölgefüllte Isolatoren, als im Betriebe zu teuer, ausgeschieden werden. Ferner wurden Querträger und Stützen aus bakelisiertem Holz versuchsweise eingebaut, die eine Überschlagspannung von 300 bzw. 70 kV haben sollten. Nach sechs Wochen trat jedoch auch hier eine schwere Störung ein, indem die Holzstütze durchbrannte und der Isolator herunterfiel. Auch an weiteren Stützen und Querarmen zeigten sich bald tiefe Brandstellen, so daß auch diese Holzisolierung durchaus ungenügend war.

Schließlich erwies es sich als einziger Ausweg, die Isolatoren, gleichgültig welcher Art, regelmäßig zu reinigen, u. zw. in der Nähe der Seeküste während der trockenen Sommermonate von November bis April alle drei Wochen. Dabei war zu berücksichtigen, daß besonders der trockene Südostwind Schmutzablagerungen auf den Isolatoren verursacht, welche bei eintretendem Nebel oder Sprühregen leitend werden und dann Überschläge zur Folge haben würden. *W. W.*

[1] Electrician Bd. 107, S. 278.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Das Großkraftwerk Vitry-Süden der Union d'Electricité[1]. — Zu den bestehenden Pariser Großkraftwerken[2] kommt in der letzten Zeit das Kraftwerk Vitry-Süden hinzu, welches von der das Vorortsgebiet bespeisenden Union d'Electricité zur Unterstützung ihrer beiden Werke Gennevilliers und Vitry-Norden erbaut wird[3]. Das Kraftwerk (Abb. 1) liegt auf dem linken Seineufer in einer Entfernung von rd. 4 km vom Kraftwerk Vitry-Norden. Die Gesamtbaufläche beträgt 25 ha, ist aber leider durch eine öffentliche Straße in zwei Teile geteilt. Der vorläufige Ausbau beträgt 250 000 kW, der endgültige wird 400 000 bis 500 000 kW erreichen. Die hauptsächlichsten Daten über dieses Kraftwerk, welches die installierte Leistung aller Pariser Großkraftwerke auf über 2 Mill kW erhöhen wird, sind die folgenden.

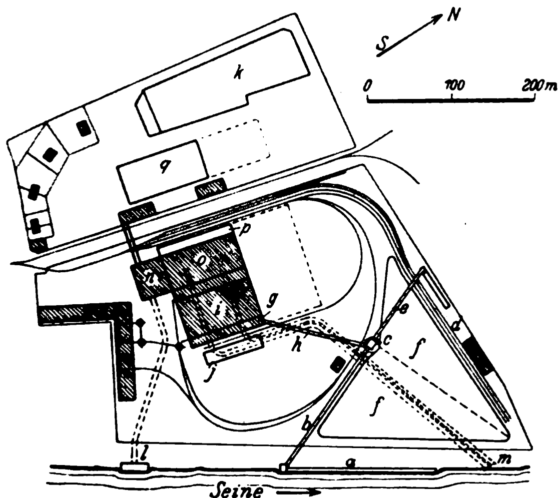


Abb. 1. Lageplan des Kraftwerkes Vitry-Süden der Pariser Union d'Electricité.

Die wasserseitig angefahrene Kohle wird durch Transportbänder *b* von 350 t/h Leistung von der Entladungsstelle *a* zu einer zentralen Kohlenverteilungsanlage *c* befördert, in welche ebenfalls die die bahnseitig (*d*) angelangte Kohle befördernden Transportbänder *e* münden. Die Leistung dieser letzteren beträgt ebenfalls 350 t/h. Von der Verteilungsstelle wird die Kohle entweder auf den Kohlenpark *f* (80 000 t), der eine dreieckige Form hat und zwei für zwei verschiedene Kohlensorten bestimmte Teile besitzt, oder in die Kohlenbunker *g* des Kesselhauses mittels Transportbänder *h* geleitet. Die Entnahme der Kohle aus dem Kohlenpark erfolgt durch Auslegerkrane.

Das Kesselhaus *i* besitzt 6 Ladd-Belleville-Großkessel von je 100 t/h Normal- und 135 t/h verstärkter Leistung, von je 3350 m² Heizfläche mit Ekonomisern (1230 m²) und Luftvorwärmern (3340 m²) mit je zwei Saugmotoren (410 kW), vier Sekundärluft- und einem Primärluftmotor (185 kW). Die Kohle wird von den Kesselhausbunkern mittels eines Kohlenverteilungswagens den Kohlenmühlen, System Raymond, von je 9 t/h Leistung zugeführt. Jeder Kessel besitzt zwei selbständige Kohlenmühlen und fünf Staubkohlenbrenner, System Rosencrantz. Die Entaschung erfolgt hydraulisch, die entsprechenden Kanäle münden in die Schlackengrube *j*. Für die Gasreinigung sind hydraulische Rauchgasreiniger, System Hanrez, verwendet, deren Wasserbedarf 0,3 l/m³ betragen soll. Die entsprechenden Kanäle münden nicht in die Schlackengrube, sondern in einen großen Behälter *k*.

Als Dampfdruck wurde der Druck von 34,5 at am Kessel und 31 at an der Turbine bei 430 ° C Dampftemperatur am Kessel gewählt. Eingehende Berechnungen sollten gezeigt haben, daß mit Rücksicht auf die heutige Belastungskurve des Pariser Gebiets ein Höchstdampfdruck (100 at) nicht wirtschaftlich wäre, da ein mit diesem Druck erbautes Kraftwerk, um wirtschaftlich zu arbeiten, den Grundbedarf der Belastungskurve decken müßte, welcher aber infolge der gewaltigen Tagesschwankungen sehr niedrig ist. Der Höchstdampfdruck wird gegebenenfalls für den zweiten Teil des Kraftwerkes in Frage kommen, dessen Ausbau jedoch erst in 5 ... 6 Jahren stattfinden soll; man hofft nämlich, die Belastungserhöhung bis dahin mit den neuen Wasserkraftwerken des Massifs Central decken zu können.

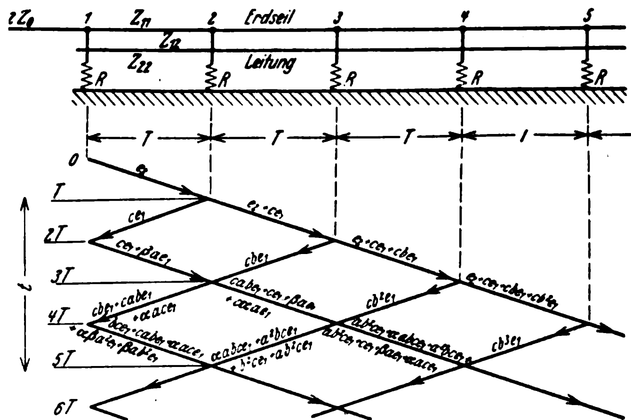
[1] Vgl. ETZ 1932, S. 390.
[2] ETZ 1928, S. 1821.
[3] Vgl. ETZ, 1928, S. 1055.

Das Speisewasser wird in Wasservorwärmern durch Abzapfdampf auf 135 ° C vorerwärmt. Das Kühlwasser wird in einer Wasserentnahmestelle *l* durch unter dem Flußbett geführte Kanäle entnommen und kehrt bei *m* zum Flusse zurück. Das Pumpenhaus *n* enthält insbesondere 6 Laval- und 2 Weiz-Turbopumpen.

Die im Maschinenhaus *o* befindlichen 4 Turbo-Maschinensätze der Firma Alsthom von 1500 U/min (vorläufig 2 im Betrieb) besitzen 9 Hochdruck-, 11 Mitteldruck- und 4 Niederdruckstufen, die Abzapfung erfolgt in der 13., 17., 19. und 21. Stufe. Der garantierte Dampfverbrauch ist 4,3 kg/kWh, die wirtschaftliche Normalleistung 45 000 kW, die Überlastleistung 55 000 kW oder 75 000 kVA. Die Dreiphasengeneratoren arbeiten bei 13 500 V direkt auf die freistehenden Umspanner *p* von 13 000/60 000 V. Die Hochspannungsseite ist als ein Freiluftkupplungswerk *q* mit Phasenunterteilung ausgebildet. Von hier gehen vorläufig 6 Kabelleitungen für 60 kV nach verschiedenen Kupplungs- und Umspannwerken des Verteilungsnetzes der Union d'Electricité sowie nach dem Kraftwerk Vitry-Norden ab. *-ak.*

Leitungen.

Zur Theorie des Erdseils. — Die Schutzwirkung von Erdseilen wird meistens für den Fall seitens einer Gewitterwolke induzierter Spannung auf Grund der Kapazitätsgleichungen für das ruhende Feld errechnet, indem die durch das plötzliche Freiwerden der so bestimmten



Spannungen auf Leitungsdraht an den Mastorten, abhängig von der Zeit t:

$$E_1 = e_2(t) + [2c + \beta\alpha]\, e_1(t - 2T) + [2bc + 2abc + 2\alpha ac + \alpha\beta a^2 + \beta a b^2]\, e_1(t - 4T) + \ldots$$

$$E_2 = e_2(t - T) + c\, e_1(t - T) + [c + \beta a + bc + abc + \alpha ac]\, e_1(t - 3T) + \ldots$$

$$E_3 = e_3(t - 2T) + [c + bc]\, e_1(t - 2T) + [b^2 c + ab^2 c + \alpha abc + a^2 bc + abc + c + \beta a + \alpha ac]\, e_1(t - 4T) + \ldots$$

$$E_4 = e_2(t - 3T) + [c + bc + b^2 c]\, e_1(t - 3T) + \ldots$$

Abb. 2. Übersicht über den Lauf der Wellen auf einer Leitung, wenn Mast t vom Blitz getroffen wird.

Ladungen auf den isolierten Leitern entstehenden Potentiale mit bzw. ohne Vorhandensein der Erdseile verglichen werden, wobei das Erdseil ständig auf Erdpotential angenommen und ferner die Entladung der Gewitterwolke in unendlich kurzer Zeit angesetzt wird. Nach einem Überblick über die eingehenderen Arbeiten von Cox und Slepian[1] sowie Fortescue, Atherton und Cox[2], die die Erdung des Schutzseiles nur an den Mastpunkten be-

[1] Cox u. Slepian, Electr. Wld., N.Y., Bd. 92, S. 551 (1928).
[2] Fortescue, Atherton u. Cox, Quart. Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 48, S. 449 (1928). Vgl. a. Lehmann, S. 981, und Fortescue, S. 985 dieses Heftes.

rücksichtigen, sowie über die Messungen von Peek[1] und die die zusätzliche Schutzwirkung der Koronabildung einrechnenden Untersuchungen von Hunter[2] sowie neuere Messungen in Anlagen werden die Wellenwiderstände einer Leitung von n Seilen, darunter m Erdseilen, unter Zugrundelegung der Spiegelung an der Erdoberfläche bestimmt. Es zeigt sich, daß für beliebige Verteilung der induzierten Ladungen im Felde der Gewitterwolke und für jedes Zeitgesetz eines Zusammenbruches die durch völlig auf Erdpotential befindliche Erdseile bewirkte Herabsetzung der Wellenspannung gleich der in üblicher Weise für statische Bedingungen errechneten Erniedrigung der induzierten Ladung ist. Diese idealisierten Erdungsbedingungen treten tatsächlich mit genügender Genauigkeit ein, so daß man meist mit diesen Werten rechnen kann, was auch durch gute Übereinstimmung mit Meßergebnissen von McEachron, Hemstreet u. Rudge[3] bestätigt wird; ein Mastwiderstand von 75 Ω ergibt dabei schon 95 % des für Idealerdung erreichbaren Schutzwertes.

Zur genaueren Untersuchung des Einflusses der Masterdungen werden die entwickelten Gleichungen auf eine Gesamtheit von n isolierten Drähten angewandt, deren einer in regelmäßigen Abständen über Widerstände R geerdet ist. Ein Mast werde von einem Blitz getroffen, so daß auf dem Erdseil Wellen der Höhe e_1 nach beiden Richtungen laufend durch den Blitzstrom erzeugt werden, die auf die isolierten Leitungen einwirken und dort gleichfalls Spannungen hervorrufen. Man erhält dabei auf dem Erdseile wie auf den übrigen Leitungen eine Schar hin- und rücklaufender Wellen von jedem Mast, die sich an einer betrachteten Stelle überlagern. Eine Übersicht gibt Abb. 2, in der der Lauf der Teilwellen verfolgt werden kann. Jede Teilwelle des Erdseiles wird an einem Mast in eine durchlaufende Welle von $b$fachem und eine rücklaufende von $a$fachem Betrag gespalten; eine zum getroffenen Maste rücklaufende Welle wird dort auf das αfache herabgesetzt und zurückgeworfen. Auf den nicht getroffenen Leitungen laufen Wellen e_r; die durch die Unstetigkeiten an den Masten entstehenden rücklaufenden Wellen sind $c$mal so groß wie die Welle auf dem Erdseil, die durchgelassenen ergeben sich als Summe von induzierter und zurückgeworfener Welle. Die zurücklaufenden Wellen werden am getroffenen Mast erneut zurückgeworfen in der Höhe $e_r + \beta e_1$. Im einzelnen ist

$$e_r = e_1 Z_{1r}/Z_{11} \qquad \alpha = \frac{2 Z_0 R - Z_{11}(Z_0 + R)}{2 Z_0 R + Z_{11}(Z_0 + R)}$$

$$a = -Z_{11}/(2R + Z_{11})$$

$$b = 2R/(2R + Z_{11}) \qquad \beta = \frac{-2 Z_{1r}(R + Z_0)}{2 Z_0 R + Z_{11}(Z_0 + R)},$$

$$c = -Z_{1r}/(2R + Z_{11})$$

wo Z_0 der Wellenwiderstand der Blitzbahn ist. Die eigenen bzw. gegenseitigen Wellenwiderstände Z_{rs} der Leitungen und Seile berechnen sich zu p_{rs}/v, wenn die p_{rs} (in F^{-1} cm) die Koeffizienten in Maxwells bekannter Kapazitätsgleichung $U_r = \sum p_{rs} Q_s$ zwischen den Potentialen U und den Ladungen Q einer Gesamtheit von n Leitern sind und $v = 3 \cdot 10^{10}$ cm/s gesetzt ist.

Entsprechende Überlegungen und Gitter gelten auch für den Fall induzierter Spannungen; es zeigt sich dabei, daß nach Durchlaufen von 2 ... 3 Mastentfernungen praktisch die gleichen Verhältnisse für die entstehenden Wellen vorliegen wie bei durchgängig auf Erdpotential gehaltenem Schutzseil. (L. V. Bewley, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 779.) *Stk.*

Apparate.

Berechnung der Reaktanzspulen mit offenem Eisenkern. — Eine neue Arbeit von Buchholz bringt als weiteren Ausbau einer früheren[4] die unbeschränkt gültige Lösung des Problems. Hinsichtlich der Vereinfachungen, die für die mathematische Behandlung der Aufgabe in der neuen Arbeit gemacht werden, gilt das gleiche wie für die erste Arbeit. Das wichtigste Hilfsmittel für die Lösung bildet auch jetzt wieder die Funktionentheorie.

Im Vordergrund der Betrachtungen im physikalischen Teil der Arbeit stehen die drei Fragen nach dem fiktiven Luftspalt, der Induktivität und dem äußeren Feld der Spule. Für den fiktiven Luftspalt $2d$ ergibt sich die anschauliche Beziehung

$$d = H \frac{E' - k^2 K'}{1 - (E' - k^2 K')}. \qquad (1)$$

Sie bringt den gedachten Abstand $2d$ zweier unmittelbar gegenüberstehenden Polflächen in Verbindung mit der Höhe $2H$ des Eisenkerns, die sich ebenfalls als Abstand der Polflächen auffassen läßt. Die Selbstinduktivität der eisenhaltigen Spule in Henry errechnet sich zu

$$L_e = \mu_0 N^2 \left[\frac{\pi}{4} \frac{k^2}{(E - k' K)^2} - \frac{R}{H}\right] \pi R. \qquad (2)$$

Hierin ist $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-9}$ H/cm, N die Windungszahl der Spule und R der Radius der zylindrischen Spule[1]. In den beiden angegebenen Formeln bedeuten K und E, K' und E' die vollständigen elliptischen Normalintegrale erster und zweiter Gattung für den Modul k und k'. Der numerische Wert von k bzw. k' hängt selbst wieder vom Verhältnis R/H ab. Mit Hilfe einer Kurvendarstellung und einer Tafel ist die Möglichkeit gegeben, k oder k' für einen beliebig vorgelegten Wert von R/H schnell zu ermitteln. Ebenso finden sich in der Arbeit Kurvendarstellungen für d und L_e, die den Verlauf dieser Größen in Abhängigkeit von R/H angeben. Am Schluß der Arbeit wird noch die physikalische Bedeutung der beiden Grenzfälle $k = 0$ und $k = 1$ erörtert. (H. Buchholz, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 4, S. 233.)

Bahnen und Fahrzeuge.

Untergrundbahn Moskau. — Wie wir hören, plant man in Moskau den Bau einer Untergrundbahn. Die englische Industrie soll sich bereit erklärt haben, die Kosten dieses Projektes allein auszuarbeiten und daran die Bedingung geknüpft haben, daß außer russischem Material nur englisches Verwendung finden würde. Obwohl in London in den letzten 50 Jahren nur tiefliegende Röhrenbahnen gebaut worden sind, ist doch wohl anzunehmen, daß es sich in Moskau um neuzeitliche Unterpflasterbahnen delt, wie solche z. B. in Berlin gebaut worden sind. *e*

Die Einmann-Straßenbahn-Wagen in Arnheim. — Die für eine Außenlinie beschafften vierachsigen Wagen sind für schaffnerlosen Betrieb eingerichtet (Abb. 3). Der Zugang findet an den vorderen Türen, am Wagenführer vorbei, statt, der Ausgang an den Mitteltüren. Die Endplattformen dienen nur als Führerstände, sind also klein, die Mittelplattform bildet das Raucherabteil. Jeder Wagen ist mit 4 25 kW-Motoren von 350 V und 850 U/min ausgerüstet. Das Wagendach ist als Tonnendach mit doppelter Decke gebaut, also sehr leicht. Die Fenster sind herablaßbar und können von den Fahrgästen mittels kleiner vernickelter Kurbeln bedient werden. Die Drehgestelle haben 1,6 m Achsstand und Räder von 680 mm Dmr. Die Fußbodenhöhe des Wagens beträgt 800 mm über S.O. Elektrische Kurzschlußbremse und Kniehebelbremse sind vorhanden. Die Wagen fahren ohne Beiwagen, sind also im Betrieb beweglicher als die bisherigen Zweiachser mit 2 und 3 Beiwagen. (P. M. Nieuwenhuis, Verkehrstechn. Bd. 43, S. 149.) *e*

Abb. 3. Grundriß des Einmann-Wagens der Städtischen Straßenbahn Arnheim.

[1] Peek, Dielectric Phenomena, New York 1929, S. 282.
[2] Hunter, Gen. electr. Rev. Bd. 33, S. 100 (1930); vgl. ETZ 1931, S. 148.
[3] McEachron, Hemstreet u. Rudge, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 885 (1930).
[4] H. Buchholz, Arch. Elektrotechn. Bd. 24, S. 285; ETZ 1931, S. 212.

[1] Wegen der in der Herleitung aller Formeln steckenden Annahme, daß das Eisen unendlich permeabel ist, gibt die Beziehung (2) für die Selbstinduktivität gegenüber dem wirklichen Falle einen zu großen Wert.

Bergbau und Hütte.

Scheinwerferbeleuchtung an Grubenlokomotiven. — Die allgemein an den elektrischen Oberleitungslokomotiven verwendeten Lampen für Streckenbeleuchtung liefern für einen neuzeitlichen und angestrengten Grubenbahnbetrieb ein zu schwaches Licht. Man hat deshalb auf einer Anzahl von Bergwerken Versuche angestellt, die Grubenlokomotiven ähnlich wie bei den Kraftwagen mit Scheinwerfern auszurüsten, und hat hierbei günstige Resultate erzielt. Durch die in Abb. 4 dargestellte Anordnung dieser Scheinwerfer ist es dem Lokomotivführer jederzeit möglich, nach hinten zu den ganzen Zug von der Lokomotive aus zu übersehen und entgleiste Wagen sofort zu erkennen. Ferner kann der Lokomotivführer nach vorn zu von der Lokomotive aus die zu befahrende Strecke auf weite Entfernungen beobachten und etwaige Hindernisse sowie eine falsche Weichenstellung sofort erkennen. Der Lokomotivführer kann also ohne Gefahr stets mit der größten Geschwindigkeit der Lokomotive fahren. Auch werden die Scheinwerfer durch wiederholtes Ein- und Ausschalten zum Signalisieren (Blinken) benutzt, wobei der Lokomotivführer und die Bedienungsmannschaften am Schacht und auf den Bahnhöfen ein eigenes Signalsystem vereinbart haben. Schließlich erleichtert diese Beleuchtungsart auch noch bei der Personenbeförderung das Ein- und Aussteigen der Belegschaften und beschleunigt dadurch die Personenbeförderung ganz wesentlich.

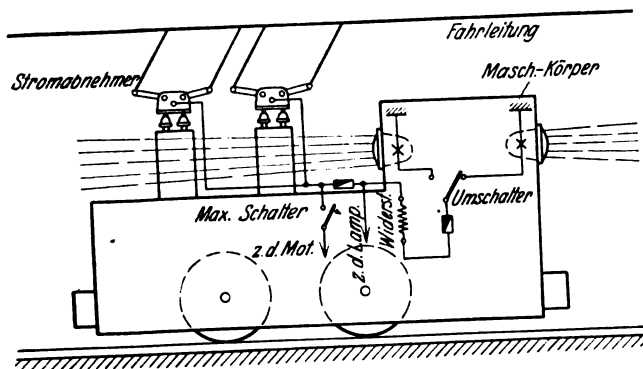


Abb. 4. Scheinwerferbeleuchtung an Grubenlokomotiven.

Für die Ausrüstung der Lokomotiven mit dieser Beleuchtung finden kräftige, für diesen Zweck besonders ausgebildete Scheinwerfer Verwendung, die, wie Abb. 4 zeigt, so an den Stirnwänden befestigt werden, daß die Strecke nach beiden Seiten beleuchtet werden kann. Durch einen bequem zu bedienenden Umschalter läßt sich je nach Bedarf der eine oder der andere Scheinwerfer ein- oder ausschalten. Durch einen besonders konstruierten Widerstand wird die bei Grubenbahnen übliche Gleichstromspannung von 220 oder 250 V auf die Scheinwerfer-Gebrauchspannung (12 V) reduziert. Die durch den Widerstand bedingten Energieverluste sind nach Angaben der Bergwerke verschwindend klein und stehen in gar keinem Verhältnis zu den großen wirtschaftlichen Vorteilen, die durch diese Scheinwerferbeleuchtung für den Betrieb untertage erzielt werden. Der Lichtstrahl reicht 50 bis 100 m weit. Bei einem Strompreis von 4 Pf/kWh (Erzeugungspreis) stellt sich die Stunde Scheinwerferbeleuchtung auf 3 Pf/Lokomotive. Diese Scheinwerferanlagen werden von der Elektrischen Apparatebau-Anstalt Johann Leidel in Duisburg geliefert. *Sgm.*

Elektrische Antriebe.

Stromversorgung eines Verschiebebahnhofs mit Gleisbremsen. — Auf dem Verschiebebahnhof Providence der New York, New Haven & Hartfordbahn, der für eine Behandlung von 1200 Wagen je Achtstundenschicht bzw. 2400 Wagen am Tage eingerichtet ist, sind 19 Gleisbremsen, 33 elektrisch gestellte Weichen, 2 Signale und 41 Gleisstromkreise vorgesehen. Die Gleisbremsen und die Weichen werden mit Gleichstrom 220 V betrieben, die Signale und die Gleisstromkreise mit Wechselstrom 10 V. Die Energie hierfür wird als Wechselstrom von zwei verschiedenen Netzen fremd bezogen; dabei liegen die Verhältnisse ähnlich wie bei der Versorgung eines größeren Stellwerkbezirkes, jedoch mit dem Unterschied, daß wesentlich größere Leistungen benötigt werden, in Providence i. M. 40 ... 60 A, als Spitze bis 250 A. Ein weiterer Unterschied liegt darin, daß dieser Leistungsbedarf nicht stetig, sondern entsprechend dem jeweiligen Verkehr stoßweise auftritt. Für die Versorgung des Gleichstromnetzes hat man Motorgeneratoren in Verbindung mit einer Batterie gewählt, die von den Motorgeneratoren aufgeladen wird und 123 Zellen besitzt. Ihre Kapazität beträgt 280 Ah, um bei Wegbleiben der Netzspannung nicht nur die Weichen und Gleisbremsen, sondern über einen kleinen Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer von 0,5 kW auch die Signale und Gleisstromkreise speisen zu können. Ein solcher Notbetrieb ist für 12 h möglich. Die beiden Hauptumformersätze, von denen einer stets in Reserve ist, haben eine Leistung von je 10 kW, können jedoch kurzzeitig wesentlich höher belastet werden.

Die Steuerung der Umformeranlage, die nachts und Sonntags unbesetzt ist, erfolgt selbsttätig. Bei etwaiger gleichzeitiger Stromunterbrechung in den beiden speisenden Netzen wird durch Nullspannungsrelais die Batterie angeschaltet und bei Wiederkommen der Spannung selbsttätig wieder ausgeschaltet. Der Motorgenerator läuft normal nicht um. Vielmehr wird der Strom für die Speisung der Weichen und Gleisbremsen zunächst der Batterie entnommen; erst wenn seine Größe 20 A übersteigt, schließt ein Schalter und betätigt den Anlaßschalter des Motorgenerators, der, abhängig von einem Zeitrelais, 3,5 min nach der Belastungsspitze über 20 A zu laufen beginnt. Sobald er seine volle Drehzahl erreicht hat, wird die Batterie aus- und der Generator eingeschaltet, der die Belastung bis 70 A allein übernimmt, während darüber hinaus die Batterie zugeschaltet wird. Bei Rückgang der Belastung wird die Batterie wieder abgeschaltet. Sinkt die Last unter 20 A, so wird die Batterie ein- und der Generator abgeschaltet, letzteres jedoch nicht augenblicklich, sondern nach einer gewissen Zeit, während der die Batterie geladen wird. Dieses abschaltende Zeitrelais ist zwischen 0 und 30 min einstellbar; es ist in Providence auf 3,5 min eingestellt. Die Schaltung der ganzen Anlage, die im Notfall auch von Hand bedient werden kann, hat sich bestens bewährt, wie insbesondere auch der Zustand der Batterie nach 18 Betriebsmonaten zeigt.

In der Zeit vom 1. bis 15. XII. 1930 wurde die Verschiebeanlage nur von 24,7 % der Wagen befahren, für die die Anlage eingerichtet ist. Dabei betrug der gesamte Stromverbrauch für die Signale, Weichen, Gleisbremsen und Gleisstromkreise etwa 60 W auf jeden behandelten Wagen. Da der Stromverbrauch der Signale und Gleisstromkreise unabhängig von der Zahl der behandelten Wagen ist und anderseits der anteilige Stromverbrauch für die Maschinenverluste bei steigender Wagenzahl sinkt, rechnet man mit einem Stromverbrauch von weniger als 30 W auf jeden behandelten Wagen, sobald die Verschiebeanlage mit mindestens 75 % der Nennleistung belastet ist. (W. F. Follett, Ryl. Signal. Bd. 24, H. 1.) *Spi.*

Fernmeldetechnik.

100 Jahre Morsetelegraphie. — Im Frühjahr dieses Jahres haben Amerika und Frankreich durch eine Feier des 100jährigen Bestehens der durch Samuel Finley Breese Morse geschaffenen elektromagnetischen Telegraphie gedacht und dabei Nachfahren von Morse mitwirken lassen[1]. Die Wahl dieses Zeitpunktes entbehrt aber jeglicher Grundlage, weil dieser Erinnerungstag zweifelsohne in den Oktober des Jahres 1832 fällt.

Bekanntlich kehrte Morse am 13. X. 1832 von Le Havre aus auf dem Paketboot „Sully“ nach seiner Heimat zurück. An Bord kam mit Prof. Jackson aus Boston das Gespräch auf den Elektromagnetismus, auf die Elektromagneten von Sturgeon, auf die Versuche von Henry usw. Bei dieser Gelegenheit hat Morse am 19. X., wie er in Briefen an Vail angegeben hat, den Erfindungsgedanken gehabt, durch Fortleitung von Elektrizität längs vorgezeichneter Wege und deren Sichtbarmachung mittels der Elektromagnete einen Nachrichtenverkehr einzurichten. Morse hat nach seiner Landung Einzelteile zu einem Telegraphen entwickelt, hat aber erst nach einem Aufruf der Regierung zu einem Wettbewerbe, im Frühjahr 1837, sich wieder energisch seiner Erfindung zugewandt. Im September 1837 war der aus einem Bilderrahmen, einem 92 kg schweren Elektromagneten, einem senkrecht aufgehängten Anker und einem Uhrwerk bestehende Apparat fertiggestellt und wurde einigen Gelehrten und der Parlamentskommission vorgeführt. Trotz der Empfehlung dieser Kommission, den Apparat zu benutzen, kam keine Mehrheit für die Bewilligung der Mittel für den Bau einer Linie Washington—

[1] Rev. gén. Électr. Bd. 31, S. 729 (1932).

Baltimore zustande. Erst 1843, nachdem Morse in Europa Patente angemeldet, aber seinen Apparat nicht untergebracht hatte, bewilligte der Senat 40 000 Dollar.

Im Frühjahr 1844 war der Bau beendet und am 24. V. ging das erste Telegramm über die Freileitung; eine bereits begonnene Kabelleitung wurde wegen ihrer vielen Fehler aufgegeben. Die Telegraphenanlagen in Amerika nahmen in den folgenden Jahren stetig zu; auch nach Europa gelangten durch Beauftragte Morseapparate, wurden mit Erfolg erprobt und um die Mitte des vorigen Jahrhunderts eingeführt. Die Brauchbarkeit dieses Apparates, der sich aus dem unförmigen Aufbau zu einem handlichen Apparat, dem Stift- oder Reliefschreiber entwickelt hatte, war ausschlaggebend, daß sich die zum Telegraphenverein zusammengeschlossenen Staaten darüber einig wurden, den Morseapparat von 1854 ab als Apparat für den internationalen Verkehr einzusetzen. Gleichzeitig wurde ein von Morse angegebenes Alphabet für den europäischen Verkehr geändert und als „Morsealphabet" bezeichnet. Der Siegeszug des elektromagnetisch wirkenden Schreibtelegraphen über die bis dahin vielfach verwendeten Zeigertelegraphen begann, er beschleunigte sich, als man das von John (Prag) angegebene Farbrad 1857 hinzufügte. Der aus dem Morseapparat durch Wegfall der Papier- und Transportvorrichtung entstandene Klopfer beschnitt das Anwendungsgebiet. Dennoch zählte die deutsche Telegraphenverwaltung 1899 über 12 000 Farbschreiber (nach einem 1872 entwickelten Modell). Diese Zahl ging in den Folgejahren dauernd zurück, weil der Klopfer und der Ferndrucker einen großen Teil der Telegrammbeförderung übernahmen. Trotzdem ist der Apparat für bestimmte Anwendungsgebiete immer noch der Apparat, der durch seinen einfachen Bau, durch seine geringe Unterhaltung und durch seine leichte Bedienung seinen Platz unter den übrigen, auf größere Leistung abgestellten Telegraphenapparaten behauptet. *K. Pm.*

Vier neue Fernsprech-Seekabel mit Pupinspulen in der Ostsee: Malmö—Kopenhagen, Ystad-Rönne (Bornholm), Amrum—Föhr und Rostock—Nykjöbing. — Um dem stark gewachsenen Fernsprechverkehr zwischen Dänemark und Schweden neue Absatzwege zu schaffen, ist im Jahre 1931 zwischen Kopenhagen und Malmö, auf dem Wege über Charlottenlund—Barsebäck, ein neuzeitliches Seekabel mit Papierisolierung und Pupinspulen von der Firma Siemens & Halske ausgelegt worden. Das ganze Kabel ist 57, die Seestrecke 22 km lang, der Spulenabstand beträgt 2464 m. Das Kabel enthält 43 Sternvierer, davon 1 metallisch geschützten Vierer 1,0 mm stark für Rundfunk, 30 Vierer 1,0 mm für Vierdraht und 12 Vierer 1,15 mm für Zweidraht. Die Grenzfrequenz beträgt für die Zweidrahtkreise 3200 Hz, für die zum Zweibandbetrieb vorgesehenen Vierdrahtleitungen 7000 Hz und für den Rundfunkvierer 11 000 Hz. Die Abnahmemessungen ergaben erheblich günstigere Werte als garantiert waren, z. B. für die Abweichung des Wellenwiderstands von der Mittelkurve bei Zweidrahtleitungen 3,5 % (zulässig 10 %), bei Vierdrahtleitungen 1 % (zulässig 8 %), für die Übersprechdämpfung zwischen den beiden nicht gegeneinander geschirmten Rundfunkleitungen (Garantiewert 8,5 Neper) 10,6 ... 11,7 Neper, für das Gegenübersprechen 13,6 Neper bei 1115 Hz.

Die dänische Insel Bornholm hatte bisher nur auf dem Funkwege Anschluß an das allgemeine Fernsprechnetz. Um die Herstellung von Draht-Fernsprechverbindungen zu ermöglichen, hat die dänische Telegraphenverwaltung in Gemeinschaft mit der schwedischen durch die Firma Siemens & Halske zwischen Ystad (Schweden) und Rönne (Bornholm) ein 72,4 km langes pupinisiertes Kabel, davon 65,6 km Seekabel, auslegen lassen. Da das Kabel nur dem Endverkehr dienen soll, sind keine Vierdrahtkreise, sondern nur Zweidrahtkreise vorgesehen. Es enthält 5 Sternvierer mit 1,4 mm Leiterstärke. Der Spulenabstand beträgt 3868 m, die Spuleninduktivität 60 mH, die Grenzfrequenz 3400 Hz. Die höchste Abweichung des Wellenwiderstandes von der Mittelkurve betrug bei der Abnahme 2,2 % (zulässig 8 %), die niedrigsten Übersprechwerte lagen mehr als 1 Neper über dem Garantiewert von 8,5 Neper, die Mittelwerte bei 12,2 und 12,8 Neper.

Das Pupinseekabel Amrum — Föhr ist im Auftrag der Deutschen Reichspost von der AEG, Kabelwerk Oberspree, geliefert und ausgelegt worden. Es ist 16,6 km lang; davon entfallen 8,3 km auf die Seestrecke. Es enthält 5 Viererseile mit 1,2 mm-Leitern und bei einem Spulenabstand von 2,8 km 6 Spulenstücke, je 3 auf der Land- und Seestrecke. Die Abnahmemessungen ergaben für die Abweichung des Wellenwiderstandes von der Mittelkurve höchstens 2,2 % (zulässig 10 %). Die Übersprechwerte (gewährleistet 8,5 Neper), betrugen 9,9 Neper für das Übersprechen und 10,1 Neper für das Gegenübersprechen. Die Auslegung bot insofern Besonderheiten, als wegen der geringen Wassertiefe bei Amrum das Legeschiff nur bis auf 2,3 km an die Küste heranfahren und das Kabel wegen des tiefen Schlicks auch nicht durch Mannschaften ausgetragen werden konnte. Deshalb wurde das vom Legeschiff ablaufende Kabelende, das auch die letzte Spulenmuffe enthielt, zunächst außerhalb des eigentlichen Kabelwegs auf paarweise zusammengekuppelte Fässer ausgelegt und auf diesen schwimmend durch Ruderboote bis an die Küste gebracht.

Über das Seekabel Rostock—Nykjöbing sind in der Halbjahrs-Umschau 1931 über das Fernmeldewesen[1] nähere Angaben mitgeteilt. (Holmgren, Ellekilde u. Rihl, Europ. Fernsprechdienst 1932, H. 27, S. 37 u. 45; A. Vollmeyer, ebenda H. 28, S. 97.) *Bkm.*

Fernsehen mit Bild und Ton auf einer Welle. — Das Columbia Broadcasting System, eine der bedeutendsten Rundfunkfirmen in den V. S. Amerika, hat auf dem Gebiete des Fernsehens in New York interessante Versuche angestellt. Dabei wurden Bild und Ton zugleich auf einer Welle übertragen. Die Einrichtung des Columbiasenders W 2 XAB ist nun so umgestaltet worden, daß regelmäßige Fernsehprogramme verbreitet werden können. Das neue Verfahren wird am besten durch den Ausdruck „doppelte Modulation" gekennzeichnet. Solange das Fernsehen mit den heute gebräuchlichen Abtastverfahren arbeitet, braucht es ein breites Frequenzband. Die Columbia-Gesellschaft verwendet das in Amerika übliche 100 kHz breite Band und überträgt darauf Bild und Ton. Es ist möglich, die Welle, auf der Ton- und Bildzeichen übertragen werden, mit einem einzigen Empfangsgerät aufzunehmen und beide Arten von Zeichen wiederzugeben. Die von einem Oszillator gelieferte Frequenz von 45 kHz wird mit dem vom Fernseh-Senderaum kommenden Tonprogramm (Musik oder Sprache) moduliert. Die Tonfrequenz umfaßt Frequenzen bis zu 5 kHz; sie ist in den beiden Seitenbändern der Oszillatorfrequenz oder auf jedem Seitenband der 45 kHz-Schwingungen enthalten. Alsdann setzt die doppelte Modulation ein. Die mit der Trägerwelle von 45 kHz modulierte Tonfrequenz wird der Trägerwelle des Senders gleichzeitig mit dem gewöhnlichen Fernsehzeichen aufgedrückt. Beim Sender W 2 XAB ist die Hauptträgerwelle 2800 kHz. Tatsächlich besetzt sie den Teil des Frequenzbereichs, der zwischen 2750 und 2850 kHz liegt, und die Tonfrequenz erscheint in den 5 kHz-Einheiten an jedem Ende des Wellenbandes. Das Tonzeichen wird tatsächlich nicht auf 45 kHz, der Frequenz des ersten Oszillators, sondern auf 2 Nebenträgerwellen mit Frequenzen von 2755 und 2845 kHz ausgestrahlt.

Das Bild ist aus 4320 Bildpunkten zusammengesetzt, der Bildwechsel beträgt 20/s. Diese Rasterung liefert gute Bilder und erfordert für die Funkübertragung etwa 86 % des Kanals. Daher ist der Rest des zugeteilten Wellenbandes für die Übertragung des Tons verfügbar. Mit Rücksicht auf Interferenzerscheinungen ist es unmöglich, die gesamten verbleibenden 14 % des Bandes für die Tonübertragung zu benutzen. Es hat sich aber gezeigt, daß das erwähnte Band von 5 kHz ausreicht, um gute Ergebnisse zu liefern.

Für den Empfang der Sendungen hat man die Wahl zwischen zwei Verfahren. Bei einem Verfahren benutzt man einen selektiven Empfänger, am besten einen guten Superheterodyne, der scharf auf 2755 oder 2845 kHz abgestimmt ist und den Empfang des Tonzeichens ausschließlich des Fernsehzeichens gestattet. Ein geeigneter Fernsehempfänger kann dann dazu verwendet werden, das Bild wie gewöhnlich aufzunehmen. Das andere Verfahren zum Empfang des vereinigten Programms ist weniger einfach, obwohl es sicherlich in weitem Umfang angewendet werden wird, wenn das doppelte Modulationsverfahren volkstümlich geworden ist. Ein Fernsehempfänger mit genügend großer Frequenzempfindlichkeit gibt das gesamte vom Sender ausgestrahlte Zeichen wieder. Der Verstärker in solchem Empfangsgerät muß so gebaut sein, daß er eine ziemlich flache Kurve über einen Frequenzbereich von mindestens 100 kHz hat, weil sonst viel von dem Tonzeichen verloren gehen würde. Der Ausgang eines derartigen Fernsehempfängers wird in gewöhnlicher Weise mit einer Neonröhre verbunden, doch wird ein kleiner Teil des Verstärkers über ein Hochpaßfilter gespeist, das Frequenzen unter 40 kHz unterdrückt. Der

[1] ETZ 1931, S. 498.

Ausgang dieses Filters ist mit einem Schwingungskreis verbunden, der scharf auf die Frequenz von 45 kHz abgestimmt ist; von dort führt eine Verbindung zum Gitter einer Gleichrichterröhre für die zweite Gleichrichtung. Hinter diesem Gleichrichter ist ein gewöhnlicher Niederfrequenzverstärker mit Lautsprecher angeschaltet. — Der Sender W 2 XAB sendet Zwiegespräche, ein musikalisches Drama, Lustspiele, Musikprogramme, Pantomimen, Karikaturen u. a. m.

Die Deutsche Reichspost hält die Verwendung von zwei Sendern, je einem für Bild und Ton, mit einer gemeinsamen Endstufe, die also wie eine umgekehrte Gabel geschaltet sind, für geeigneter, weil dadurch die Schaltung und der Betrieb vereinfacht werden, und das zur Übertragung erforderliche Wellenband sich nicht unnötig verbreitert. (Television Bd. 5, S. 204. Electrician Bd. 59, S. 344.) *Gth.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Ausgleichvorgänge in Drehfeldmaschinen. — Die elektromagnetischen Ausgleichvorgänge in Drehfeldmaschinen werden durch freie Drehfelder vermittelt, die sich zwischen Ständer und Läufer ausbilden. Dabei muß man ihre Amplituden im Anschluß an die vorgegebenen Anfangsbedingungen von Fall zu Fall bestimmen. Dieses mühselige Verfahren kann man umgehen, wenn man die Schaltvorgänge als Fouriersches Spektrum unendlich vieler Teilschwingungen komplexer Kreisfrequenz formuliert, wobei auch der Begriff des Schlupfes komplex verallgemeinert wird. Die Ausgleicherscheinungen werden dann durch bestimmte Integrale, die in der komplexen Frequenzebene zu führen sind, geschlossen beschrieben. Diese Integrale lassen sich in vielen Fällen mittels elementarer Sätze über geschlossene Linienintegrale auswerten. Insbesondere findet man auf diesem Wege außerordentlich schnell die bekannten Gesetzmäßigkeiten für den zwei- und dreipoligen Stoßkurzschlußstrom von Drehfeldmaschinen mit und ohne Dämpferwicklung auf dem Läufer. Es zeigt sich, daß die Konstanten des Ausgleichvorgangs mit den Kennziffern des stationären Betriebs nahe zusammenhängen. Beispielsweise kann der Kippschlupf eines Asynchronmotors aus einem Oszillogramm des plötzlich geschalteten Ständerstromes bei synchron laufendem Läufer bestimmt werden; er gleicht dem Kehrwert der mit der Kreisfrequenz multiplizierten Zeitkonstanten des Wechselstromanteiles im Schaltstrom. Der besondere Nutzen dieser Methode zeigt sich jedoch erst beim Übergang zu neuen Aufgaben, die man mit dem elementaren Verfahren der freien Drehfelder nicht mehr bewältigen kann. Von praktischem Interesse ist beispielsweise der Verlauf der Stoßkurzschluß-Vorgänge in Drehfeldmaschinen mit massivem Läufer, der durch die Eigenschaften raumzeitlich veränderlicher Wirbelstromfelder beherrscht wird. Die Zerlegung des Schaltvorganges in ein Fourier-Spektrum führt in diesem Falle auf eine zweideutige Funktion, die auf einer zweiblättrigen Riemann-Fläche zu integrieren ist. Dieses Integral läßt sich im Anschluß an ganz ähnliche Aufgaben der Wärmeleitung berechnen. Man findet, daß die Ausgleichströme im wesentlichen durch Fresnelsche Integrale beschrieben werden, die ihrerseits genau genug als harmonische Schwingungen aufgefaßt werden können, deren Amplitude umgekehrt mit der Wurzel aus der Zeit abnimmt. Auf diese Weise ergeben sich trotz der im einzelnen verwickelten physikalischen Erscheinungen sehr einfache Gesetzmäßigkeiten für den Verlauf der Stoßströme, die auch zahlenmäßig leicht zu beherrschen sind. Es zeigt sich, daß man hierbei einen guten Anschluß an die Erfahrung gewinnt; dies ist umso wichtiger, als man bekanntlich den Stoßstrom großer Synchronmaschinen durch die Gesetze der freien Drehfelder qualitativ nicht ausreichend schildern kann. (F. Ollendorff, Arch. Elektrotechn. Bd. 24, H. 2, S. 129; H. 5, S. 612; H. 6, S. 715.)

Allgemeiner Maschinenbau.

Axialschub bei Dampfturbinen. — Da Dampfturbinen vorwiegend zum Antrieb von Stromerzeugern dienen, können die bei jeder Turbine mit wechselnden Dichtungsdurchmessern zwischen umlaufendem und ruhendem Teil vom Dampf auf den Läufer ausgeübten axialen Kräfte nicht durch einen Gegenschub der angetriebenen Maschine aufgenommen werden. Aus schubvermeidenden symmetrischen Läuferformen (erster Vorschlag Cutler 1879, erste Ausführung Parsons 1884) ist der Schubausgleich durch besondere unter Dampfdruck stehende Gegendruckflächen entwickelt worden (Entlastungskolben), der eine Berechnung des Schubes fordert. Hierüber lag bisher im Schrifttum nichts vor. Die Schübe an einem beschaufelten Läuferteil zwischen den Durchmessern d_x, d_{x+1} und den Drücken p_x, p_{x+1} lassen sich nun im wesentlichen durch das Produkt einer Funktion des Durchmesser- und einer des Druckverhältnisses darstellen:

$$S = C\,\varphi(d_x/d_{x+1})\,\psi(p_{x+1}/p_x),$$

wobei die Funktionen φ und ψ dimensionslos sind, die absolute Größe von p_x und d_{x+1} im Festwert C berücksichtigt ist. Für den Schub auf Labyrinthdichtungen gelten verwickeltere Beziehungen. Mit diesen Ausdrücken für die Teilschübe, die leicht anschaulich zu deuten sind, ist eine Grundlage für die Berechnung geschaffen. Ihre Bedeutung geht aber weiter: es läßt sich mit ihnen ein Ausdruck für den Gesamtschub bilden, und da man hierin die Drücke nach bekannten Beziehungen durch die Dampfmengen ausdrücken kann, wird es jetzt möglich, das Verhalten einer Turbine hinsichtlich des Schubes bei verschiedenen Betriebsverhältnissen durch eine Gleichung zu beschreiben und damit weiter die Möglichkeiten für einen Schubausgleich durch den Dampf selbst vergleichend und zusammenfassend zu untersuchen. (M. J. Gercke, Dissertation T. H. Hannover 1931.) M. J. Gercke.

Hochspannungstechnik.

Dämpfung einer Stoßwelle auf einem Kabel. — Was die Dämpfung der Wanderwellen auf Kabeln angeht, so interessiert die Frage: Wie verhält sich das Kabel am Eingang in eine Station als Überspannungschutz gegen nicht-quasistationäre Überspannungen? Es wird eine Methode besprochen, die es gestattet, mit Hilfe des Kathodenoszillographen die Dämpfung eines Spannungsstoßes auf einem Kabel zu messen, wobei die Dämpfung durch den schwer zu übersehenden Widerstand des Schaltfunkens eliminiert ist. Die Messung wurde mit einem Stoß von $1{,}5 \cdot 10^{-5}$ s Dauer auf einem 100 kV-Kabel bei wachsender Spannung durchgeführt (Abb. 5), und es ergaben sich bei Überspannungen von 30% Amplitudenverkleinerungen von 40 % bei 200 m Laufweg. Das Oszillogramm eines Einschaltvorgangs bestätigt das Ergebnis. Geeignete Kabel erscheinen als Überspannungschutz für rasch veränderliche Vorgänge recht brauchbar. (W. Fucks, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 2, S. 118.)

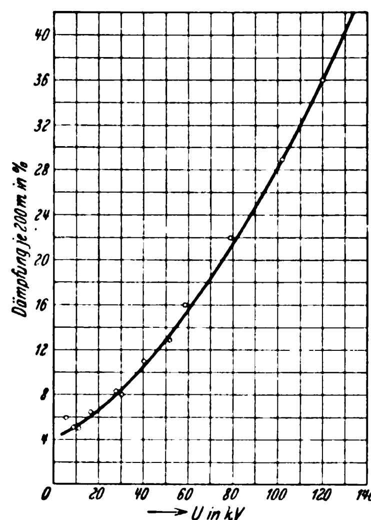


Abb. 5. Prozentuale Dämpfung eines Spannungsstoßes von $1{,}5 \cdot 10^{-5}$ s Stoßdauer auf einem 100 kV-Einleiterkabel ($Z = 30\ \Omega$) von 200 m Länge, abhängig von der Spannungshöhe des Stoßes.

Werkstatt und Baustoffe.

Energieverteilung im Schweißbogen. — Die Arbeitsgeschwindigkeit beim Lichtbogenschweißen ist zu einem guten Teil davon abhängig, wie sich die Energie des Bogens auf dessen Teile bzw. die Elektroden verteilt. P. P. Alexander hat eine kalorimetrische Untersuchung des Bogens begonnen, über deren erste Ergebnisse berichtet wird. Die Versuche wurden an Bogen aus verschiedenen Metallen, vorwiegend Eisen, ausgeführt; Bogenlänge 4 mm, Elektroden übereinander. Zuerst wurde das Verhältnis der Energie an der Kathode zu der an der Anode bestimmt, wobei ein Übergang der Schmelzperlen von der oberen auf die untere Elektrode ausgeschaltet wurde. Die Strahlungs- und Leitungsverluste wurden durch kurze Versuchsdauer

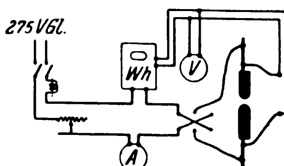
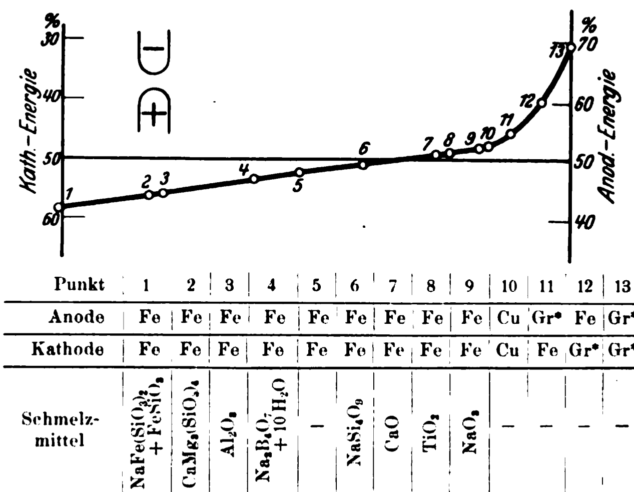


Abb. 6. Schaltung zur kalorimetrischen Lichtbogen-Untersuchung.

(30 bis max. 300 s) kleingehalten, die Stromstärke betrug bis 135 A; Abb. 6 zeigt die Schaltung. Die Energie wurde bestimmt, indem man die Temperatur der Elektroden



Punkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Anode	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Cu	Gr*	Fe	Gr*
Kathode	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Cu	Fe	Gr*	Gr*
Schmelzmittel	$NaFe(SiO_3)_2 + FeSiO_3$	$CaMg_3(SiO_3)_4$	Al_2O_3	$Na_2B_4O_7 + 10\,H_2O$	—	$NaSi_4O_9$	CaO	TiO_2	NaO_2	—	—	—	—

* Graphit.

Abb. 7. Energieverteilung für verschiedene Elektroden und Schmelzmittel.

thermometrisch maß. Sowohl für Eisen als auch für Kupfer wurde eine Energieverteilung auf die Elektroden etwa wie 1 : 1 gefunden; die obere Elektrode wird naturgemäß etwas heißer, jedoch unabhängig davon, ob sie Anode oder Kathode ist. Daß beim praktischen Schweißprozeß der Schweißdraht schneller schmilzt, wenn er Anode ist, erklärt sich z. T. aus den aus den Elektroden hervorbrechenden Strömen heißen Dampfes, der in stärkerem Maße von der Kathode ausgeht und eine Art „Vorwärmung" der Anode hervorruft, zumal wenn diese obere Elektrode ist.

Schließlich wurde noch die Energieverteilung bei Anwendung verschiedener Metalle und Schmelzmittel untersucht; das Ergebnis zeigt Abb. 7. (P. P. Alexander, J. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 49, S. 138.) *nkl*

Verschiedenes.

Tagung des Vereins Beratender Ingenieure. — Der Verein Beratender Ingenieure (VBI) hielt seine im Vorjahre wegen der Wirtschaftslage verschobene 28. Hauptversammlung am 23. und 24. IX. in engem Rahmen im Ingenieurhaus zu Berlin ab. Im Geschäftsbericht kam zum Ausdruck, daß zwar die Wirtschaftskrise dem Verein merkliche Erschwernisse gebracht habe, daß der VBI aber trotzdem auch im verflossenen Geschäftsjahr erfolgreich arbeiten konnte. Die Vorteile, die die Mitwirkung unabhängiger beratender Ingeniure auf allen Gebieten der Technik und Wirtschaft bietet, würden in immer weiteren Kreisen erkannt. Der Syndikus des Vereins, Dr. Machemehl, sprach über die Zukunft des Beratenden Ingenieurs VBI. Neben einer umfassenden Aufklärungsarbeit über Ziele und Zwecke des Berufsverbandes müsse in der Öffentlichkeit immer wieder gefordert werden, das Gebiet der technischen und technisch-wirtschaftlichen Beratung ausschließlich dem unabhängigen beratenden Ingenieur vorzubehalten, eine Forderung, die insbesondere auch an die Behörden und Verwaltungen gerichtet werde.

Besucherzahlen der deutschen Technischen Hochschulen. — Die beistehend veröffentlichte Übersicht des Hochschulbesuchs gibt die Zahlen der eingeschriebenen Studierenden (ohne Beurlaubte) für das S.-S. 1931 und das W.-S. 1931/32. Das letztere Semester zeigt erstmalig einen Rückgang der Gesamtzahl der Studierenden gegenüber dem vergleichbaren W.-S. 1930/31[1], u. zw. um rd. 5 %. Für die Universitäten und Hochschulen zusammen beträgt dieser Rückgang 0,6 %[2]. Die Zahl der neu eingeschriebenen Studierenden hat sich im ganzen (Univ. und T. H.) um 19,3 % vermindert; schon seit einigen Jahren hat sich offenbar ein wachsender Teil der Abiturienten nicht mehr dem Studium, sondern praktischen Berufen zugewendet. Auch die Zahl der weiblichen Studierenden (an den T. H. nur rd. 4 %) hat erstmalig abgenommen. Bemerkenswert ist ferner eine Entlastung der größten Hochschulen durch Bevorzugung der kleineren (z. B. Aachen, Breslau, Karlsruhe). *ds.*

Besuch der deutschen Techn. Hochschulen und Bergakademien im Sommersemester 1931 und Wintersemester 1931/32

Hochschule	Semester	Allgem. Wissenschaften	Architektur	Bauingenieurwesen	Bergbau	Hüttenkunde	Chemie und Pharmazie	Elektrotechnik	Maschinenbau	Schiffbau und Flugtechnik	Summe der Studierenden I	Hörer und Gäste II	Ausländer in I u. II III
Aachen	S.-S.	95	91	168	55	175	64	119	190	—	957	316	87
	W.-S.	80	96	180	60	188	65	128	197	—	994	417	100
Berlin	S.-S.	439	565	974	139	78	266	1000	1061	284	4 806	578	893
	W.-S.	428	626	1010	141	77	263	861	973	263	4 642	692	880
Braunschweig	S.-S.	396	112	133	—	—	176	144	199	—	1 160	161	68
	W.-S.	378	132	126	—	—	166	159	203	—	1 164	177	62
Breslau	S.-S.	64	22	131	28	49	62	104	167	—	627	117	66
	W.-S.	52	26	124	25	39	68	108	172	—	614	113	68
Clausthal	S.-S.	23	—	—	134	104	—	—	—	—	261	14	2
	W.-S.	18	—	—	143	101	—	—	—	—	262	31	7
Danzig	S.-S.	230	184	389	—	—	171	275	387	203	1 839	75	507[1]
	W.-S.	198	169	421	—	—	165	298	379	196	1 826	115	505
Darmstadt	S.-S.	553	233	352	—	—	231[2]	521	767[3]	—	2 557	336	223
	W.-S.	527	218	361	—	—	242	520	674	—	2 542	369	223
Dresden	S.-S.	2110[4]	307	351	—	—	279	933		—	3 980	225	302
	W.-S.	2031	349	384	—	—	253	947		—	3 964	259	293
Freiberg	S.-S.	—	—	—	113	85	—	—	—	—	198	16	62
	W.-S.	—	—	—	113	88	—	—	—	—	201	34	61
Hannover	S.-S.	128	213	426	—	—	88	313	509	—	1 677	150	56
	W.-S.	136	219	473	—	—	68	341	546	—	1 783	231	57
Karlsruhe	S.-S.	58	231	223	—	—	128	224	375	—	1 239	236	132
	W.-S.	68	221	254	—	—	133	263	376	—	1 315	292	154
München	S.-S.	895[5]	320	750	13	—	524[6]	651[7]	774	—	3 927	173	387
	W.-S.	881	371	782	12	—	585	670	747	—	4 048	194	416
Stuttgart	S.-S.	190	515	403	—	3	177	170	430	—	1 888	324	98
	W.-S.	226	500	413	—	4	172	193	457	—	1 965	467	103
Summe	S.-S.										25 116	2 721	2 883
	W.-S.										25 320	3 391	2 929

[1] Nicht aus Danzig oder dem Deutschen Reich stammend.
[2] Darunter 84 bzw. 92 Papieringenieure.
[3] Darunter 8 bzw. 7 Gasingenieure.
[4] Darunter 75 bzw. 64 Stud. der Forstwissenschaften.
[5] Darunter 181 bzw. 161 Stud. der Landwirtschaft.
[6] Darunter 246 bzw. 323 Brautechniker.
[7] Darunter 67 bzw. 66 Maschinen-Elektroingenieure.

Energiewirtschaft.

Die Elektrisierung des flachen Landes in Argentinien. — Offenbar angeregt durch die in Uruguay durchgeführten Untersuchungen über die Ausnutzung der Wasserkräfte des Rio Negro und die Verteilung der dort gewonnenen Energie über das ganze Land hat Luis J. Sidler mit großer Gründlichkeit die Möglichkeiten untersucht, die unter den heutigen Verhältnissen gegeben sind, um auch der argentinischen Landbevölkerung die Vorteile und Annehmlichkeiten der Elektrizität zuteil werden zu lassen. Bekanntlich beschränken sich, angesichts der geringen Bevölkerungsdichte des flachen Landes in Argentinien, die wenigen großen und viele kleine Stromerzeu-

[1] ETZ 1931, S. 1179.
[2] Vgl. Wirtsch. u. Statist. Bd. 12, S. 454 (1932).

gungsgesellschaften auf die Belieferung der Städte und größeren Gemeinwesen. Soweit überhaupt Fernleitungen vorhanden sind, gehen sie nur wenige Kilometer über das Weichbild der Städte hinaus, während der „Kamp", d. h. die fruchtbare und fast ausschließlich dem Ackerbau und der Viehzucht dienende ungeheure Ebene zwischen der Küste und den Kordilleren, vollkommen unversorgt ist. Dies bedeutet nach Meinung des Verfassers eine schwere Gefahr für die Hauptquellen des Reichtums des Landes, da dieses in bezug auf die Ausfuhr seiner Agrarerzeugnisse gegenüber anderen Ländern ins Hintertreffen geraten wird, wenn nicht recht bald durch die Möglichkeit, die landwirtschaftlichen Betriebe mit billigem Strom zu versorgen und ihnen auf diese Weise eine Rationalisierung zu gestatten, Abhilfe geschaffen wird. Wenn die Stromlieferungsgesellschaften wirklich die so oft gebrauchten und mißbrauchten Redensarten von „Dienst am Kunden" und „Verbesserung des Lebensstandards" verwirklichen wollen, so müssen sie sich daran erinnern, daß sie nicht nur Rechte, sondern auch Pflichten in bezug auf das flache Land haben, auch wenn die zu diesem Zweck zu errichtenden Anlagen zunächst keine oder nur unbedeutende Gewinne abwerfen. Sidler glaubt nicht, daß durch Selbsthilfe, also durch den Bau kleiner Eigenkraftwerke oder durch Kleinkraftwerke, die von Kooperativen gegründet und unterhalten werden, eine fühlbare Abhilfe möglich ist. Auch ist er gegen staatliche Initiative oder gar staatliche Anlagen, da ihn die hiermit in anderen Ländern gemachten Erfahren abschrecken.

An Sondergebieten der Landwirtschaft, für die der Verfasser mit Vorteil die Verwendung elektrischer Energie vorschlagen zu können glaubt, nennt er u. a. Bienenzucht, Viehzucht, Trocknung, Düngung, Geflügelzucht, Bekämpfung der Insekten (Heuschrecken), Saatverbesserung, Be- und Entwässerung, Wasserförderung, Befruchtung von Pflanzen, Kühlanlagen zur Konservierung, Müllerei, Behandlung der Sämereien, Herstellung von Baustoffen, Bearbeitung der Felder mit elektrischen Pflügen und Kultivatoren, Erntemaschinen.

Eine conditio sine qua non des Erfolges ist nach Sidler, daß sich alle Elektrizitätsgesellschaften ohne Ausnahme im Rahmen der ihnen zur Verfügung stehenden Mittel an einer gemeinsam zu gründenden Studiengesellschaft beteiligen. Von dieser muß die Verbindung mit den entsprechenden Studiengesellschaften der ganzen Welt aufgenommen werden. In organisatorischer Beziehung schlägt Verfasser vor, in Buenos Aires einen Zentralausschuß zu gründen, dessen Arbeitsrichtlinien von ihm fest umrissen werden. Ferner sollen in verschiedenen Gegenden des Landes Versuchsstationen eingerichtet werden, deren Ergebnisse nach Buenos Aires zu berichten sind, um dort verarbeitet zu werden. Diese Stationen teilt er in „Versuchszellen" und in „Betriebszellen" ein. Zum Schluß bemerkt der Verfasser, daß es an den Elektrizitätsfirmen liege, den Anfang zu machen. Bei richtiger Organisation werde der Erfolg nicht ausbleiben. (Vortrag, gehalten i. d. Sitzung d. Vereins argentinischer Elektrotechniker am 10. XI. 1931.) Walbaum.

Donaukraftwerk Ybbs-Persenbeug. — Durch die seitens der österreichischen Bundesregierung vor kurzem erfolgte Erklärung des bei Persenbeug geplanten Donaukraftwerkes als begünstigten Bau sind auch die letzten rechtlichen Schwierigkeiten, welche diesem Bauvorhaben bis jetzt entgegenstanden, beseitigt. Nach dem von Ing. O. Höhn verfaßten endgültigen Projekt soll die Donau durch ein oberhalb der Ortschaft Persenbeug eingebautes Walzenwehr aufgestaut und mit zwischen 10 und 6 m wechselndem Gefälle bei Inanspruchnahme einer über 160 Tage im Jahr vorhandenen Höchstwassermenge von 1800 m^3/s der Krafterzeugung nutzbar gemacht werden. Die Höchstleistung ergibt sich mit Rücksicht auf das bei Vollwasser verfügbare Gefälle zu 112 000 kW, die Normalleistung, welche auch beim Winterniederwasser nur um höchstens 50 % unterschritten wird, zu rund 100 000 kW. An die als Walzenwehr mit 4 Öffnungen von je 48 m Breite und 11,8 m Konstruktionshöhe auszubildende Wehranlage schließt sich rechtsufrig das die geradlinige Verlängerung des Wehres bildende 175 m lange Maschinenhaus, linksufrig die Schleusenanlage an, welche aus zwei Kammerschleusen von je 230 m nutzbarer Länge und 24 m Breite bestehen wird. Der Stauraum reicht bis zu der 25 km flußaufwärts gelegenen Ortschaft Ardegger. Er umfaßt die ganze, als „Greiner Struden" bezeichnete, ein großes Hindernis für die Schiffahrt bildende Schluchtstrecke. Durch die in Verbindung mit dem Kraftwerksbau geplante Erweiterung des „Hößganges" bei Grein zu einem zweigleisigen Schiffahrtskanal und durch sonstige Regulierungsarbeiten soll auf der ganzen Staustrecke, welche bis jetzt zeitweise bis zu einer Streckenlänge von 16 km nur eingleisig befahren werden kann, die zweigleisige Schiffahrt ermöglicht werden. In Verbindung mit dem Wehr wird auch eine neue Donaubrücke von über 500 m Länge, welche ungefähr in die Mitte zwischen den beiden nächstgelegenen Brücken in Krems bzw. Mauthausen zu stehen kommt, erbaut. Beide Anlagen verleihen dem Kraftwerksbau eine hervorragende verkehrstechnische Bedeutung. Die Maschinenausrüstung wird aus 6 Turbinen von je 24 000 PS bestehen, welche mit den senkrechten Drehstromgeneratoren unmittelbar gekuppelt werden. Als Absatzgebiet für die im Jahresmittel und bei Vollausnutzung des Werkes 800 Mill kWh betragende Jahreserzeugung kommt in erster Linie die 100 km entfernte Bundeshauptstadt Wien, sodann die Bundesländer Nieder- und Oberösterreich in Betracht. Sollten aber die Verhältnisse eine Fortsetzung der Elektrisierungsarbeiten der Österr. Bundesbahnen von Salzburg ostwärts ermöglichen, fiele dem Kraftwerk Persenbeug unter Umständen als Stromquelle hierfür eine wichtige Rolle zu, was sich auch in einer geänderten Maschinenausrüstung auswirken kann, sofern sich die unmittelbare Erzeugung von 16⅔periodigem Einwellenstrom für diese Zwecke als vorteilhafter erweisen sollte.

Für die Finanzierung des Baues haben sich der Wiener Bankverein, die Österr. Creditanstalt und die Schweizerische Gesellschaft für elektrische Industrie in Basel bereits vor einigen Jahren zu einem Syndikat vereinigt, welchem sich auch die die Projektierungsarbeiten durchführenden Bau- und Elektrofirmen angeschlossen haben. Wenn auch die augenblicklichen Verhältnisse eine unmittelbare Inangriffnahme der Arbeiten als wenig wahrscheinlich erscheinen lassen, so ist doch zu hoffen, daß nach Überwindung der Wirtschaftskrise und Wiedererwachen des Vertrauens auch dieses Bauvorhaben verwirklicht werden kann. *Bp.*

RECHTSPFLEGE.

Die Fortbildung des Elektrizitätsrechts in den letzten fünf Jahren. — Ein Rückblick auf die einschlägige Rechtsprechung der letzten 5 Jahre zeigt, daß manche alte Frage noch der befriedigenden Lösung harrt, daß aber dazu noch täglich durch den Fortschritt der Technik neue kommen, die der Rechtsfindung neue Rätsel aufgeben.

Am wenigsten hatten sich die oberen Gerichte mit dem Strafrecht zu befassen. Die Anbringung eines Überbrückungsdrahtes am Zähler wurde vom Reichsgericht am 16. II. 1928 (D. Recht 1928, 239) in Übereinstimmung mit der bisherigen Rechtsprechung als strafbare Entziehung elektrischer Energie bewertet. Das Oberlandesgericht Dresden hat am 27. III. 1929 (Jur. Woch. 1929, 2763) die Verbindung eines Steckers mit der Wasserleitung bestraft.

Daß der Stromlieferungsvertrag ein kaufähnlicher Vertrag ist, der den Bestimmungen des BGB. über Kauf unterliegt, ist jetzt allgemein anerkannt, auch vom Reichsgericht am 28. III. 1930 (Seifferts Archiv 1930, 234) wieder ausgesprochen. Das Gericht hatte sich mit dem Falle geringerer als der bedungenen Stromlieferung zu befassen, hervorgerufen durch Stromabgabe an eine größere Abnehmerzahl. Der darauf gestützte Schadensersatzanspruch nach § 459 BGB. wurde nur deshalb abgewiesen, weil er nach § 477 BGB. verjährt war.

Eine Unmöglichkeit, den Lieferungsvertrag zu erfüllen, liegt nach Reichsgericht vom 16. IX. 1930 (Warneyers Rechtspr. 1922, 383) vor, wenn dem Werk das ihm widerruflich eingeräumte Recht, seine Leitungen über öffentliche Straßen zu verlegen, von dem der Abnehmer Kenntnis hatte, entzogen wird. Der Abnehmer kann dann weder Weiterlieferung noch Schadensersatz verlangen.

Im Strombezug von einem öffentlichen Elektrizitätswerk liegt die stillschweigende Anerkennung der öffentlich bekannt gemachten Bezugsbedingungen. Der Abnehmer kann, auch wenn er sie nicht kennt, sich auf ihre Gesetzmäßigkeit verlassen, da sie der Prüfung der Aufsichtsbehörde unterlegen haben. Die Gerichte haben als berechtigte Bedingungen anerkannt: 1. die Erhebung einer Sicherheit für die Stromzahlung (Oberlandesgericht Dresden, 30. X. 1931 in Sächs. Arch. f. R. 1932, 112); 2. die Lieferungsunterbrechung von Reservestrom bei Besitzern von Eigenanlagen (Oberlandesgericht Hamm, 30. III. 1931 in Jur. Woch. 1931, 3139); 3. die Stromsperre bei Nichtzahlung der Gebühren am Verfalltage. Die Loslösung des von dem städtischen Elektrizitätswerk daraufhin angelegten Plombenverschlusses ist nach § 136 Strafgesetz-

buchs strafbar. OLG. Dresden, 6. V. 1930 (D. Richterztg. 1930, 462); 4. unentgeltliche Benutzung des Abnehmeranwesens zu Leitungszwecken des Werks. Landgericht Bielefeld, 5. III. 1929 (D. Recht 1929, 479).

Letztere Bedingung geht allerdings in dieser Allgemeinheit zu weit, man denke nur an die Aufstellung eines Gittermastes mitten in einem Ziergarten; 5. Vorbehalt der Änderung der Spannung oder der Art des Stromes. Tauscht das Werk die Motoren um, so kann es für den Mehrwert der neuen einen angemessenen Betrag verlangen. Landgericht Stuttgart, 24. VI. 1929 (D. Recht 1930, 233).

Das in weitem Umfange bestehende Elektrizitätsmonopol ist bekanntlich nur ein tatsächliches, durch die Verhältnisse geschaffenes, nicht ein rechtliches. Seine Ausnutzung, um durch Verletzung fremder Rechte dem Werke ihm nicht zustehende Rechte zu sichern, ist daher ein Verstoß gegen die guten Sitten und nichtig. Die Monopolstellung der Werke hat nach herrschender Auffassung ihre allgemeine Lieferpflicht jedermann gegenüber begründet. Dieser Verpflichtung darf sich ein Werk im Konkurse des Abnehmers nicht mit dem Hinweise entziehen, daß aus der Zeit vor dem Konkurse noch ein Zahlungsrückstand besteht. Reichsgericht, 24. III. 1931 (D. Recht 1931, 394). Der Konkursverwalter, der die Erfüllung des bisherigen Stromvertrages nach § 17 Konkursordnung ablehnt, kann allerdings den Abschluß eines neuen Vertrags nicht verlangen. OLG. Hannover, 3. V. und 25. VI. 1929 (D. Recht 1929, 492 und 1930, 256). Bei Fortsetzung des bisherigen Stromvertrags sind die Strompreisrückstände Masseschulden, müssen also voll bezahlt werden. Reichsgericht, 8. X. 1929 (Kreditreform 1930, 189). Das OLG. Stettin (16. X. 1929, D. Recht 1930, 46) unterscheidet zwischen Verträgen mit Großabnehmern auf bestimmte Zeit und Menge unter Preisermäßigung und anderen. Erstere kann der Verwalter nur ganz übernehmen und zahlen oder ganz ablehnen. Bei den anderen Verträgen gilt deren Zerlegung in Zeitabschnitte und stillschweigende Verlängerung nach deren Ablauf, demgemäß Vollzahlungspflicht nur nach neuem Vertrage. Ein gerichtliches Vergleichsverfahren beim Stromabnehmer berührt die Stromforderung nicht. OLG. Köln, 24. VI. 1930 (Aktenzeichen 2 U 363/29).

Die Stellung der Elektrizitätswerke im Gewerberecht umgrenzt das Sächs. O.-Verwaltungsger. am 24. IV. 1925 (Gewerbearchiv 1927, 17) dahin, daß diese nicht zu den genehmigungspflichtigen Anlagen des § 16 Gewerbeordnung gehören.

Ein ausschließliches und unwiderrufliches Leitungsrecht eines Elektrizitätswerks an einer öffentlichen Straße wird jetzt nicht mehr anerkannt. Ein Kreis ist berechtigt, von einem Werke die Wegnahme seiner widerruflich auf den Straßen zugelassenen Leitungen zu verlangen und daraufhin einem anderen Werk die Anlegung von Leitungen über dieselben Straßen zu gestatten. Reichsgericht, 1. XII. 1930 (Warneyers Rechtspr. 1931, 17). Die Anbringung von Rosetten für die elektrischen Leitungen der Straßenbahn ist nach der Dresdener Bauordnung von anliegenden Hausbesitzern kostenlos zu gestatten. OLG. Dresden, 29. II. 1932 (Sächs. Arch. 1932, 190). Mit der Haftung für Stromschäden befassen sich die nachfolgenden Entscheidungen: 1. das Preuß. O.-Verw.-Ger. (31. X. 1929, Gew.-Arch. 1930, 321) hält einen verschließbaren Abschluß eines Motors nicht für nötig, wenn dieser nur kurz gebraucht wird, dessen Anlasser nicht zugänglich und der Motor so aufgestellt ist, daß er von Kindern nicht leicht berührt werden kann; 2. ein Urteil des Reichsgerichts vom 2. X. 1931 (D. Richterztg. 1932, 159) verneint die Haftung der Straßenbahn für die Beeinträchtigung der Instrumente einer Beobachtungstation elektrischer Erdströme.

Das Wort „Volta" ist nach dem Spruche des Reichsversicherungsamts vom 2. III. 1932 (Markenschutz und Wettbewerb 1932, 270) kein eintragbares Warenzeichen für elektrische Haushaltsapparate, während die Reklamebezeichnung „Führendes Haus der Elektrobranche" vom Hamburger OLG. vom 17. IV. 1931 (Hanseat. Rechtsztschr. 1931, 530) für zulässig erachtet wurde.

Läßt die Reichstelegraphenverwaltung auf öffentlichen Straßen Kabel verlegen, so handelt sie dabei nicht in Ausübung öffentlicher Gewalt, sondern wie jedes Privatunternehmen. Für Schäden dabei trifft sie daher nach § 823 BGB. nur die Haftung, wenn ihr ein Verschulden zur Last fällt. Reichsgericht, 8. VII. 1930 (Aktenzeichen III 370/29).

Zum Schlusse seien noch 3 Steuerurteile erwähnt:

1. Der Vertrag eines Elektrizitätswerks mit einer Stadt über die entgeltliche Straßenbenutzung zu den elektrischen Leitungen ist ein steuerfreier Mietvertrag. Reichsfinanzhof (Reichsverwaltungsbl. 1931, 758); 2. Abgabe von Abdampf zu Heizzwecken durch ein Elektrizitätswerk ist umsatzsteuerfrei. Reichsfinanzhof, 19. XII. 1930 (Reichsverwaltungsbl. 1931, 758), Abgabe von Frischdampf jedoch umsatzsteuerpflichtig. Reichsfinanzhof, 7. XII. 1928 (Jur. Woch. Bd. 29, S. 1408).

Amtsgerichtsrat W. Coermann, Stuttgart.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für Elektromaschinenbau (EVM) am Dienstag, dem 18. Oktober 1932, 7½ Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Ingenieur D. Harms über das Thema: Gegenwartsprobleme des Turbogeneratorenbaus".

Inhaltsangabe:

1. Übersicht über die bisherige Entwicklung und gegenwärtige Tendenz im Turbogeneratorenbau.
2. Ein- und zweischichtige Statorwicklungen.
3. Erhöhung der Klemmenspannung bei wachsender Leistung.
4. Doppelwicklungsgeneratoren.
5. Lüfter und Lüfteranordnungen.
6. Arten der Kühlmittelverteilung im Stator.
7. Kritische Länge der Paketgruppen.
8. Besprechungen und Vorschläge zur Rotorbelüftung.
9. Temperaturverteilung im Stator.
10. Temperaturverteilung und Wärmeflüsse im Rotor.
11. Kurze Besprechung über die Entwicklung des Turbogeneratorenbaus im russischen Rätebund.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gastkarten für durch Mitglieder einzuführende Gäste sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins erhältlich. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß für Elektromaschinenbau.
Der Vorsitzende:
Dr. Kloss.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Breslau. 18. X. 1932, abds. 8 h, gr. Saal des Elektrotechn. Inst. der T. H.: Vortrag Prof. Dr. Hilpert, „Der Kathoden-Oszillograph des Elektrotechnischen Instituts" (m. Lichtb. u. Vorführ.).

Elektrotechn. Verein Chemnitz, Bezirksgruppe Annaberg. 19. X. 1932, abds. 8 h, Gewerbeschule zu Annaberg, Gr. Kirchgasse: Vortrag Prof. F. Knoops, „Elektrowärme in der Industrie, Gewerbe und in Gaststätten".

Weitere Vorträge finden jeden 3. Mittwoch im Monat statt.

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 14. X. 1932, abds. 8 h, Vortragssaal der SSW, Frauentorgraben 35: Vortrag Dr. G. Lehmann, „Gewitterhäufigkeit, Grundwasseradern und Wünschelrute."

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 19. X. 1932, abds. 8 h, Hörsaal des Elektrotechn. Inst. der T. H., Militärstraße 3: Vortrag Dipl.-Ing. W. Schmidt, „Der Regeltransformator und seine Verwendung als Quertransformator in ringförmigen Hochspannungsnetzen".

Deutsche Maschinentechnische Gesellschaft, Berlin. 18. X. 1932, abds. 7 h, gr. Saal des Ingenieurhauses, Berlin.

Friedrich-Ebert-Str. 27: Vortrag Reichsbahnoberrat Prof. Dr.-Ing. Nordmann, „Die Mechanik der Zugförderung in ihrer Entwicklung und ihren neuesten Ergebnissen".

Fachausschuß für Anstrichtechnik beim VDI und Verein Dt. Chemiker, Berlin. 17. X. 1932, vorm. 9 h, Aula der T.H. Berlin: Korrosionstagung mit 7 Vorträgen. Anmeldungen sind an den VDI, Berlin, Friedrich-Ebert-Str. 27, zu richten.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

M. Körting. — Herr Generaldirektor Max Körting hat am 19. IX. d. J. sein 70. Lebensjahr vollendet. Als Mitgründer und Leiter der Körting & Mathiesen AG. in Leipzig-Leutzsch kann Herr Körting an diesem Tage auf ein arbeitsreiches Leben zurückblicken, das Zeiten großer Erfolge und auch starken Niederganges umfaßt.



Max Körting.

Die elektrotechnische Industrie sieht in ihm einen Pionier des Gedankens der Spezialisierung der Industriebetriebe. Als Leipziger hat sich Max Körting besonders tatkräftig für den großzügigen Ausbau der Technischen Messe eingesetzt und maßgebend an dem Bau des Hauses der Elektrotechnik, welches für die deutsche elektrotechnische Industrie eine würdige Ausstellungstätte geworden ist, mitgewirkt. Neben seiner Tätigkeit für die Allgemeinheit, die auch noch auf anderen Gebieten hervortrat, hat Max Körting seine wertvolle Arbeitskraft in guten und schlechten Zeiten unablässig seinem Unternehmen gewidmet. Seiner verständnisvollen, menschenfreundlichen Gesinnung ist es zu verdanken, daß bei der Körting & Mathiesen AG. schon frühzeitig in ihrer ersten Entwicklung vorbildliche soziale Einrichtungen geschaffen wurden.

Jubiläum. — Es wird uns gemeldet, daß Herr Generaldirektor Göhler am 30. IX. d. J. 30 Jahre als Leiter des Ensheimer Werkes der Firma Gebrüder Adt AG. tätig war. Seiner Initiative verdankt das Werk Ensheim seine Entwicklung zu einem achtunggebietenden Unternehmen der Elektrotechnik.

LITERATUR.

Besprechungen.

Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik. Von Prof. Dr. phil. J. Wallot. Mit 347 Textabb., IX u. 331 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 21,50 RM, geb. 23 RM.

Die rasche Entwicklung der Schwachstromtechnik in den letzten Jahrzehnten, die ihr Abbild in der ziemlich umfangreichen Zeitschriftenliteratur hat, muß als Ursache dafür betrachtet werden, daß bis jetzt nur ganz wenige Bücher entstanden sind, die eine Einführung in die grundlegenden Vorstellungen und die schwierigeren Probleme der Schwachstromtechnik geben können. Dem wissenschaftlich interessierten Anfänger wurde bisher vor allem ein Buch empfohlen, die „Theoretische Telegraphie" von F. Breisig. Diesem 1910 zuerst erschienenen Werk verdankt in der Tat bereits eine Generation von Ingenieuren der Fernmeldetechnik eine Fülle von Anregungen. Entsprechend dem hohen Rang dieses Buches stellt es jedoch einige nicht unerhebliche Ansprüche an die mathematische Schulung des Lesers. Daher ist das Erscheinen des vorliegenden Buches von Wallot sehr zu begrüßen, in dem nicht nur der mathematisch weniger geschulte Studierende eine Einführung zum Verständnis der schwierigeren Aufgaben der Schwachstromtechnik finden kann, sondern das darüber hinaus einen Überblick bietet über die wichtigsten theoretischen Grundfragen der heutigen Schwachstromtechnik. Seine Tätigkeit im Zentrallaboratorium der Siemens & Halske AG. setzt den Verfasser des Buches in die Lage, zu beurteilen, welche theoretischen Kenntnisse und Vorstellungen von dem jungen Ingenieur der Schwachstromtechnik heute verlangt werden müssen und worin die Schwierigkeiten für den Anfänger liegen. Der Studierende findet daher hier eine sichere und zuverlässige Führung. Besonders angenehm fällt die klare, anschauliche und doch strenge Form der Darstellung auf, die überall auf die physikalischen Erscheinungen eingeht. Dazu trägt bei, daß in vollem Umfang „Größengleichungen" verwendet werden. Es ist bekannt, daß der Verfasser des Buches seit mehreren Jahren in Wort und Schrift auf die Zweckmäßigkeit dieser Gleichungen hingewiesen hat und daß ihm in erster Linie ihre Einführung in die Elektrotechnik zu verdanken ist; sie bilden ein Hilfsmittel, das die Sicherheit und Übersichtlichkeit der Rechnungen in verblüffend einfacher Weise erheblich steigert. Es wird für den Anfänger wertvoll sein, die Entwicklung der physikalischen Grundgesetze in der durch diese Gleichungen gegebenen Darstellungsform kennenzulernen. Zu hoffen bleibt, daß besonders die Physik und die anderen Gebiete der Technik die veralteten Zahlenwertgleichungen bald verlassen und ihre Darstellungen ebenfalls durch die Verwendung von Größengleichungen verbessern werden.

Etwa das erste Drittel des Buches ist der Entwicklung der Grundbegriffe und Grundgesetze gewidmet. Es werden hier die Gleichstromschaltungen, das elektrische und magnetische Feld, Wechselstromschaltungen, Netzwerke und Vierpole behandelt. Die weiteren Abschnitte befassen sich mit der Theorie der Fernmeldeverbindungen und ihrer Bestandteile, wie Übertrager, Röhrenverstärker, Leitungen, Pupinkabel, Wellenfilter, Nachbildungen. Dabei wird der Leser jeweils mit dem wesentlichen Aufbau dieser Einrichtungen bekanntgemacht, so daß nur verhältnismäßig geringe Vorkenntnisse erforderlich sind. Weitere Abschnitte des Buches beschäftigen sich mit der gegenseitigen Beeinflussung der Leitungen und mit den Grundlagen der Telephonie und Telegraphie auf große Entfernungen, besonders mit der Theorie der Verzerrung und der Ausgleichsvorgänge.

Die Anordnung des Stoffes entspricht der Schwierigkeit der einzelnen Gebiete, so daß der Leser von Leichterem zu Schwierigerem fortgeführt wird. Wertvoll ist auch, daß überall auf die praktische Bedeutung der einzelnen Erscheinungen kurz eingegangen wird; daher wird die Darstellung nirgends trocken.

Wie der Verfasser im Vorwort sagt, ist es dem Bestreben nach Begrenzung des Umfanges zuzuschreiben, daß die elektroakustischen Fragen nicht behandelt werden; man müßte dies sonst als einen Mangel bezeichnen. Die Theorie der akustischen und elektroakustischen Erscheinungen ist heute für die Schwachstromtechnik mindestens ebenso wichtig wie die beliebtere Vierpoltheorie.

Es ist zu wünschen, daß das Buch die weite Verbreitung findet, die es verdient. K. Küpfmüller.

Journal für praktische Chemie. Neue Folge, Bd. 125. Geschäftsführender Herausg. Prof. Dr. B. Rassow. Theodor Curtius-Gedächtnisband. Mit einem Bildnis, VIII u. 524 S. in 8°. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1930. Preis geh. 20 RM.

In der organischen Chemie gibt es zwei große Reiche, aliphatische und aromatische Verbindungen; bei diesen sind Kohlenstoffatome ringförmig, vornehmlich zum Sechsring des Benzols zusammengeschlossen, bei jenen sind sie kettenartig verknüpft. Das Lebenswerk von Curtius (geb. 1857, gest. 1928) galt gewissen aliphatischen Stickstoffverbindungen. Er hat die aliphatischen Diazo-

verbindungen („Diazo" bedeutet die Gruppe N : N von zwei doppelt verbundenen Stickstoffatomen), das Hydrazin $H_2N \cdot NH_2$ und die Stickstoffwasserstoffsäure N_3H entdeckt. Sein Schüler Darapsky veröffentlicht im vorliegenden Bande nachgelassene und von ihm zu Ende geführte Arbeiten. Er leitet sie durch einen kurzen Nachruf ein. K. Arndt.

Eingegangene Doktordissertationen.

Alexander Rusterholz, Die Streuung von Röntgenstrahlen an Metallen. T. H. Zürich 1931. (Sonderdr. aus „Helv. phys. Acta", Bd. 4, Nr. 2, 1931, S. 68.)

Konstantin Szeghö, Ein abgeschmolzener Kathodenoszillograph hoher Leistung. T. H. Aachen 1931. (Sonderdr. aus „Arch. Elektrotechn." 1932, Bd. 26, H. 4, Verlag Julius Springer, Berlin.)

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Krisenauswirkungen der französischen Elektroindustrie. — Der Jahresbericht des Syndicat général de la production électrique für 1931 bringt interessante Angaben über die Entwicklung der elektrotechnischen Produktion Frankreichs. Wie andere Produktionsmittelindustrien ist auch die französische Elektroindustrie von der Krise stark betroffen. Der Auftragseingang für schwere elektrische Maschinen und Einrichtungen blieb 1931 gegenüber 1930 um 45 und gegenüber 1929 um 55 % zurück. Für das erste Vierteljahr 1932 zeigt der Auftragseingang im Vergleich zum ersten Vierteljahr 1931 einen erneuten Rückgang um 45 %. Die Bestellung großer elektrischer Maschinen lag 1931 um 55 %, die Turbinenaufträge um 38 %, die Transformatorenbestellungen um 37 %, der Abruf starkstromtechnischer Einrichtungen um 29 % hinter dem Auftragseingang des Vorjahres zurück. Bei kleineren und mittleren Geräten und Einrichtungen, die eine lange Zeit noch einen verhältnismäßig widerstandsfähigen Markt hatten, war die Produktion 1931 um 25 % niedriger als 1930. Insgesamt ging die Arbeitsleistung in den letzten Monaten des Jahres 1931, verglichen mit der gleichen Zeit des Vorjahres, um 25 % zurück; gleichzeitig stieg auch hier die Arbeitslosigkeit, die Arbeitszeit war durchweg niedriger als 40 Stunden wöchentlich. Die Lage der französischen elektrotechnischen Produktion wurde nach dem Bericht vor allem auch dadurch erschwert, daß die Einfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse bis 1931 kaum nachgelassen hat, nachdem schon seit 1927 ein ununterbrochenes Ansteigen der Einfuhrkurve festzustellen war. Bringt man die auf Reparationskonto erfolgten Sachlieferungen in Abzug, so ergibt sich für 1931 immer noch eine Einfuhr von 201 000 dz im Werte von 94 Mill RM gegenüber 215 000 dz im Werte von 102 Mill RM im Jahre 1930. Diese Zahlen bedeuten gegenüber 1927 wertmäßig eine Steigerung um 42 %, mengenmäßig um 83 %. Die elektrotechnische Gesamteinfuhr Deutschlands nach Frankreich zeigt zwar 1931 gegenüber dem Vorjahre eine Verminderung um 10 %, doch konnten im Gegensatz zu den Reparationsleistungen die freien Lieferungen eine Zunahme verzeichnen.

Nachdem der Gedanke der Schaffung eines Hochschutzzolls für elektrotechnische Erzeugnisse abgelehnt war, hat bekanntlich seit Beginn des Jahres der französische Markt gegenüber dem ausländischen Wettbewerb durch straffe Kontingentierung der Einfuhr einen Schutz erhalten; die Durchführung der seit 20. I. 1932 in Kraft befindlichen Kontingentierungsbestimmungen wird französischerseits vom Syndicat général de la production électrique kontrolliert. Die Kontingentierungsmaßnahmen beziehen sich auf rund vier Fünftel des französischen elektrotechnischen Marktes.

Unter den Maßnahmen zur Belebung der französischen Elektroindustrie spielt die geplante Elektrisierung weiterer Eisenbahnstrecken eine Rolle. Man hofft, daß die Regierung ihre Einwilligung zur Umstellung von weiteren 3000 km Vollbahnstrecken, in erster Linie großer Durchgangslinien, auf elektrischen Betrieb geben wird. Auch auf die weitere Durchdringung des flachen Landes mit elektrischer Energie setzt die Elektroindustrie starke Hoffnungen. Die Anschlußtätigkeit ist bereits so weit vorgeschritten, daß Ende 1931 in Frankreich 28 174 mit Strom versorgte Städte und Gemeinden gezählt wurden, was gegenüber dem Jahre 1919 einen Zuwachs um 58 % entspricht. Etwa 90 % der französischen Bevölkerung wohnte um die Jahreswende in mit Elektrizität versorgten Gebieten.

Durch Schaffung und Propagierung von Syndikats-Qualitätsmarken hofft die Industrie, die Verbraucher stärker als bisher für rein französische elektrotechnische Erzeugnisse zu interessieren. Hand in Hand mit diesen Bestrebungen geht die Teilnahme an Arbeiten zur Verbesserung der Qualität und zur Erhöhung der Sicherheit der Geräte. Viel verspricht sich die Industrie auch von der Beteiligung an internationalen Studienkommissionen; in diesem Sinne ist auch die Union des Syndicats de l'Electricité, die bereits der Internationalen elektrotechnischen Studienkommission angehörte, nunmehr auch der Installationsfragen-Kommission, bekannt unter der Bezeichnung IFK, beigetreten. (Rev. gén. Électr. Bd. 31, S. 582.) *A. Fr.*

Australiens Elektroeinfuhr 1930/31. — Die australische Einfuhr von elektrotechnischen Maschinen, Geräten und Einrichtungen belief sich im Finanzjahr 1930/31 auf 48,22 Mill RM[1]. Alle wichtigen Erzeugnisgruppen zeigen gegenüber dem Vorjahr eine starke Einfuhrverminderung. Lediglich für Vacuum- und Radioröhren ist eine Einfuhrerhöhung festzustellen. Bei Batterien, großen elektrischen Maschinen, Installations- und Schaltgerät, Heiz- und Kochapparaten, Ventilatoren, Transformatoren, Fernsprecheinrichtungen, Funkgeräten und nicht näher bezeichneten elektrischen Apparaten belief sich der Einfuhrrückgang auf mehr als 50 %. Nur teilweise ist dieser starke Rückgang durch Vergrößerung der einheimischen Erzeugung zu erklären. Die Elektroausfuhr Australiens ist an sich von nur geringer Bedeutung, doch erscheint es bemerkenswert, daß sie im Gegensatz zur Einfuhr nur eine verhältnismäßig geringe Verminderung erfahren hat. Sie belief sich auf 0,94 Mill RM im Jahre 1930/31 gegenüber 1,02 im Jahre 1929/30.

Australiens Elektroeinfuhr in RM.

Erzeugnisgruppe	1930/31	Veränderung gegenüber dem Vorjahr
Motoren unter 1 PS	1 140 340	— 221 260
Batterien und Akkumulatoren	709 734	— 4 985 158
Schwachstromdrähte und -kabel	656 972	— 1 147 148
Starkstromdrähte und -kabel	7 982 380	— 16 032 840
Stromerzeugungsmaschinen	5 001 497	— 6 197 663
Installations-, Sicherheits- und Schalteinrichtungen	2 553 000	— 3 574 200
Heiz- und Kochapparate	459 540	— 1 429 680
Ventilatoren	289 340	— 663 780
Glühlampen	8 884 440	— 1 804 120
Meß-, Zähl-, Regulier- und Kontrollgeräte	4 135 860	— 4 016 720
Statische Transformatoren	345 506	— 2 105 374
Bogenlampen	8 510	—
Telegraphenapparate und -einrichtungen	97 014	— 22 126
Fernsprecher	502 090	— 416 990
Telephonschaltanlagen	2 450 880	— 2 672 140
Vacuumröhren	1 395 640	+ 680 800
Radioröhren	3 574 200	+ 102 120
Radiogeräte	2 348 760	— 4 510 300
Nicht näher bez. el. Geräte	4 442 220	— 5 735 740
Isoliermaterial und Isolatoren aus Porzellan, Ton usw.	442 520	— 85 100
Elektrisches Isolierpapier usw.	231 472	— 221 260
Elektrische Kohle	544 640	— 85 100
Selbsttätige Beleuchtungsaggregate	27 232	— 173 604

Das wichtigste Lieferland elektrischer Maschinen und Geräte war wie in früheren Jahren Großbritannien. Fast die gesamte australische Einfuhr von Batterien, Kabeln, schweren elektrischen Maschinen, Schaltgeräten, Telegraphen- und Fernsprechgeräten und -einrichtungen stammte aus England. Dagegen wurden Rundfunkgeräte und -einrichtungen zu mehr als 50 % aus den V. S. Amerika eingeführt, an zweiter Stelle folgt Großbritannien, an dritter Holland und an vierter Deutschland. Von der Radioröhreneinfuhr entfielen auf Großbritannien, Holland und die V. S. Amerika je etwa ein Drittel. Für Vacuumröhren waren die V. S. Amerika das wichtigste Lieferland, an zweiter Stelle stand Holland. An der Glühlampeneinfuhr waren Großbritannien und Holland mit je etwa 40 % beteiligt. Bemerkenswert ist es, daß auch der größere Teil der Kleinmotoren (rd. zwei Drittel) aus den V. S. Amerika eingeführt ist. Die australische Elektroeinfuhr aus Deutschland belief sich nach der deutschen Statistik im Jahre 1931 nur auf 1,55 Mill RM gegenüber 2,77 Mill RM im Jahre 1930 und 4,16 Mill RM im Jahre 1929. Hiervon entfielen im Jahre 1931 auf Telegraphie- und Fernsprecheinrichtungen 0,46, auf Funkgeräte 0,32, auf Vorrichtungen für Beleuchtung und Kraftübertragung 0,26, auf isolierte Drähte 0,13 und auf Magnetzündapparte und elektrisches Zubehör für Kraftfahrzeuge 0,11 Mill RM. (Electr. Rev., Lond., Bd. 111, S. 293.) *A. Fr.*

[1] Der Durchschnittswert des australischen £ belief sich 1930 auf 19,23 und 1931 auf 14,80 RM, als Umrechnungssatz für 1930/31 wurde 1 RM = 0,059 £ angenommen.

Abschluß des Heftes: 7. Oktober 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

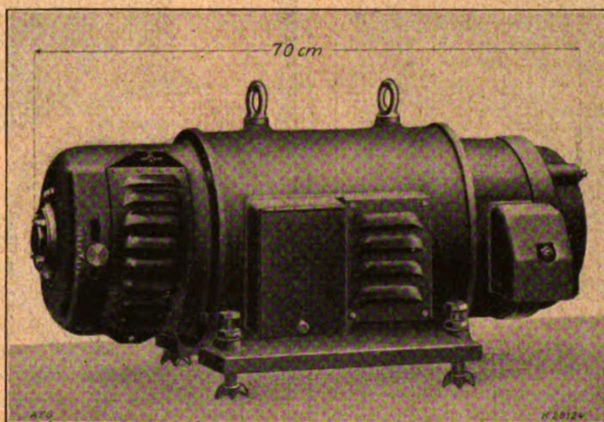
Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Kleinschweißumformer.

Mitteilung der AEG.

Die Lichtbogenschweißung ist heute unbestritten für viele Zwecke mit technischen und wirtschaftlichen Vorteilen anwendbar und auf dem Wege, sich ein Arbeitsfeld nach dem anderen zu erobern. Die mit der Entwickelung verbundene Verbesserung von Maschinen und Zubehör brachte eine immer weitere Verbilligung der Schweißkosten mit sich, so daß heute auch für den Kleinbetrieb Anschaffung und Betrieb elektrischer Lichtbogenschweißanlagen durchaus im Bereich des Möglichen liegen und der Wunsch, ihre Vorteile auszunutzen, heute überall zu finden ist, wo Stahl, Grauguß und Stahlguß in Reparatur oder Fabrikation verarbeitet werden.

Grundsätzlich kommen auch für Gewerbe und Kleinindustrie die gleichen Lichtbogenschweißaggregate in Frage, wie sie in der Großindustrie normalerweise als 200 A-Maschinen Verwendung finden. Es ist aber zu berücksichtigen, ob die auszuführenden Arbeiten die größere Kapitalanlage rechtfertigen. Für die Wirtschaftlichkeit von Schweißanlagen, bei denen es sich entweder um die vorwiegende Verarbeitung dünner Bleche bzw. kleiner Werkstücke oder um die nur gelegentliche Anwendung der Schweißanlage handelt, spielt der Anschaffungspreis eine Rolle. Auch die Größe des zur Verfügung stehenden Anschlußwertes ist bei der Wahl des Schweißaggregates in Betracht zu ziehen. Der Anschlußwert normaler 200 A-Schweißumformer ist mit rd. 10 kW immerhin so groß, daß der Anschluß an kleinere Ortsnetze entweder ganz unmöglich ist oder zum mindesten Störungen der Nachbarschaft und des Lichtbetriebes nach sich ziehen kann. Lichtbogenschweißtransformatoren sind in der Anschaffung billiger, ihr Anschlußwert ist aber nicht günstiger als der von Umformern. Zudem ist die Anwendungsmöglichkeit des Wechselstromes im Vergleich zur Gleichstromschweißung nicht so vielseitig.



100 A-Schweißumformer.

Diesen Schwierigkeiten hilft der Kleinschweißumformer, ein neuer 100 A-Schweißumformer der AEG ab (s. Abb.). Die Anschaffung ist billiger als die eines Schweißtransformators. Die neue Maschine braucht kein Fundament. Der 100 A-Schweißumformer ist leicht und kann bei einem Gewicht von nur rd. 100 kg an einer durch die Transportösen gesteckten Stange bequem von zwei Leuten getragen werden. Ebenso kann er auch auf Bauernwagen oder Schubkarren dorthin befördert werden, wo eine stationäre oder auch transportable, aber durch ihr Gewicht und ihren Umfang größere Transportschwierigkeiten bietende Maschine ausgebessert werden muß.

Ohne besondere Anforderungen an die Geschicklichkeit des Arbeiters zu stellen, ist der Kleinschweißumformer mit Elektroden von 1,5 mm Durchmesser aufwärts wie die Gasschmelzschweißung auch für Feinblechschweißungen verwendbar. Für Materialstärken bis zu 6 mm ist der Kleinschweißgenerator großen Industrie-Aggregaten nicht unterlegen. Er arbeitet im Gegenteil bei gleichen Arbeitszeiten infolge seines kleinen Leerlaufverbrauches mit besserem Wirkungsgrad, d. h. wirtschaftlicher. Auch für größere Werkstücke bis zu etwa 12 mm Dicke ist er noch gut brauchbar. Hierbei werden allerdings längere Arbeitszeiten in Kauf genommen werden müssen, da man durch die zur Verfügung stehenden kleineren Schweißstromstärken in bezug auf die Elektrodendurchmesser beschränkt ist. Dies dürfte aber in den genannten Betrieben keine Rolle spielen. Qualitativ ergibt sich aus der Anwendung dünnerer Elektroden kein Nachteil. Es sei daran erinnert, daß auch, wenn größere Aggregate zur Verfügung stehen, die unterste Lage von V-, X- und Kehlnähten mit einer Elektrode kleineren Durchmessers geschweißt werden muß, um die Fugenwurzel zu erfassen und damit die Güte der Schweißnaht zu sichern.

Gerade im Gewerbe und in der Kleinindustrie spricht für die Anwendung der elektrischen Lichtbogenschweißung folgendes:

Derartige Betriebe sind selten im Industriegelände oder in einzeln stehenden Fabrikgebäuden, sondern meist in Wohnvierteln bzw. bewohnten Gebäuden untergebracht, so daß die Verwendung von Gasflaschen und explosiblen Gasen Gefahren für die Umgebung mit sich bringt und daher häufig von den Aufsichtsbehörden nicht genehmigt werden kann. Auf dem Lande wiederum ist die Gasbeschaffung meist schwierig und teuer, während der elektrische Strom heute bereits in den entferntesten Dörfern zur Verfügung steht. Dabei steht die elektrische Lichtbogenschweißung der Gasschmelzschweißung auch in bezug auf ihre vielseitige Verwendbarkeit nicht mehr nach, da sie neben Grauguß und Stahlguß auch Stahl in beliebiger Form, d. h. als Stangenmaterial und als Blech zu verarbeiten erlaubt.

Ein besonderer Vorteil der elektrischen Lichtbogenschweißung gegenüber anderen Schweißverfahren besteht darin, daß die zu schweißenden Werkstücke nur in geringem Umfange erwärmt werden und daß die in dem fertigen Werkstück zurückbleibenden Wärmespannungen oder Verwerfungen entsprechend klein sind. Dieser Vorzug wird in ganz besonderem Maße bei Verwendung des oben gekennzeichneten Kleinschweißumformers geboten. Um dickere Werkstücke, die mit größeren Maschinen unter Verwendung dickerer als 3 mm-Elektroden noch in einer Lage geschweißt werden, mit dem 100 A-Schweißumformer herzustellen, darf allerdings nicht versucht werden, bei entsprechend kleinerer Geschwindigkeit ebenfalls in einer Lage zu schweißen. Wenn aber unter Beachtung genügenden Einbrandes mit möglichst großer Geschwindigkeit für die einzelne Raupe in mehreren Lagen geschweißt wird, so werden die Verwerfungen des Arbeitsstückes bzw. die darin infolge der Schrumpfung der Schweißnaht verbleibenden Wärmespannungen noch kleiner gehalten werden, als es beim normalen Arbeiten mit schwereren Maschinen der Fall ist.

So stellt der 100 A-AEG-Schweißumformer mit einem Regelbereich von 25 bis 120 A bei nur etwa 5 kW Anschlußwert und gleichmäßiger Belastung der drei Phasen des Drehstromnetzes die ideale Schweißmaschine dar, die dem Gewerbe und der Kleinindustrie, wie z. B. dem Kleinbehälterbau, Schlossereien, kleineren Eisenkonstruktionswerkstätten, aber auch Reparaturwerkstätten für landwirtschaftliche und Elektromaschinen oder in der Textil- und Nahrungsmittelindustrie die Vorteile der Lichtbogenschweißung erschließt, ohne daß auch in kleineren Ortsnetzen Nachteile für die Nachbarschaft befürchtet werden müßten.

Wenn es sich ausschließlich um die Verschweißung dünnerer Bleche von wenigen mm Stärke handelt, wie z. B. in den Blechbearbeitungswerkstätten von Automobil-, Straßenbahn- und Eisenbahnwaggon- oder Lokomotivfabriken, kann eine noch kleinere und entsprechend billigere Maschine Verwendung finden. Für diese Sonderzwecke ist von der AEG ein Schweißaggregat mit einem Regelbereich von 15 bis 30 A entwickelt worden, mit dem man die gekennzeichneten Arbeiten bei Verwendung geeigneter Elektroden von 1 mm Dmr. aufwärts genau so leicht durchführen kann, wie dies mit schwereren Maschinen und Elektroden größeren Durchmessers bei normalen Schweißarbeiten der Fall ist.

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

Einführung in die höhere Mathematik. 5. u. 6. Aufl., Bd. 1: Zahlen, Funktionen, Grenzwerte, analytische Geometrie, Algebra, Mengenlehre. Von H. v. Mangoldt, vollst. neu bearb. u. erw. v. K. Knopp. Mit 112 Fig. i. Text, XV u. 385 S. in 8⁰. Verlag S. Hirzel, Leipzig 1931. Preis geh. 20 RM, geb. 22.50 RM.

Leistungs- und Materialkontrolle nach dem Gantt-Verfahren. Von W. Clark, berechtigte Übertragung ins Deutsche von I. M. Witte. 2., erw. u. durchgesehene Aufl. Mit 36 Abb. u. 107 S. in 8⁰. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1932. Preis geh. 4 RM.

Der Vordruck. Anleitung z. Entwurf u. zur zeit-, kraft- u. geldsparenden Verwendung im Betrieb. Von W. Clark, berechtigte deutsche Bearb. v. I. M. Witte u. R. Lellek. Unt. Berücks. d. v. Ausschuß f. wirtschaftl. Verwaltung beim Reichskuratorium f. Wirtschaftlichkeit herausg. Richtlinien „Das Formblatt- oder Vordruckwesen". Mit 25 Abb., VI u. 71 S. in 8⁰. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1932. Preis geh. 3 RM.

Die Neon-Leuchtröhren, ihre Fabrikation, Anwendung und Installation. Von Ziv.-Ing. P. Möbius. Mit 66 Abb. u. 76 S. in 8⁰. Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig 1932. Preis geh. 3,20 RM.

Die Glimmlampe und ihre Schaltungen, ein vielseitiges Werkzeug des Elektrikers. Von Prof. Dr. F. Schröter. 3., verb. Aufl. Mit 39 Abb. u. 63 S. in 8⁰. Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig 1932. Preis geh. 2,40 RM.

24. Annual Report of the Hydro-Electric Power Commission of the Province of Ontario for the year ended october 31 st 1931. Herausg. im Auftrag der Legislative Assembly of Ontario, Toronto. Mit zahlr. Abb., 1 Karte, XXVIII u. 503 S. in gr. 8⁰.

Listen und Drucksachen.

(Bezug durch die Firmen.)

A. Füllgrabe & Co. G. m. b. H., Niederzwehren b. Kassel. Liste 87: Feste Ladewiderstände; 94: Ultramar, Hochfrequenz Bestrahlungs-Heilapparate; 101: Preciometer (Drehspul- u. Dreheisen-Meßgeräte in Rocktaschenformat).

Gebr. Hannemann & Cie. G. m. b. H., Düren/Rhld. Sonderliste 180: Porzellan-Einführungsköpfe, DRGM.

Paul Jordan, Elektrotechnische Fabrik, Berlin-Steglitz. Preisliste 417: Erdkabelgarnituren nach DIN und eigenen Modellen nebst Zubehör; 419 a: Biegsame Rapid-Rohrdrähte für Fernmelde-Anlagen; 420: Guro-Rapid-System; kabelähnliche Leitungen u. Zubehör f. wetter- u. säurebeständige Installationen.

Franz Kostorz, Heidenau (Sachsen). Flugblatt Nr. 108: Kostorz-Kohlebürsten.

Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG., Nürnberg. Druckschr. M 20/VI: Dampfturbinen.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 20. Oktober 1932 | Heft 42

UMSCHAU.

Neue Forschungen über Lichterzeugung*.

Das Problem der Lichterzeugung.

Das Ziel der Lichttechnik bestand lange Zeit im wesentlichen in der phänomenologischen Nachahmung der Sonnenstrahlung durch Temperaturstrahler. Mangels Substanzen mit abnorm hohem Schmelzpunkt und kleiner Verdampfungsgeschwindigkeit ist es nicht möglich, dieses Ziel zu erreichen. Abgesehen von kleinen selektiven Unterschieden folgen alle Temperaturstrahler ähnlichen Gesetzen wie der schwarze Körper. Der erreichbare Wirkungsgrad wird also nicht wesentlich über dem für den schwarzen Körper errechenbaren liegen, also im besten Fall etwa bei 15 %[1].

Um die Möglichkeit prinzipieller Fortschritte auf diesem Gebiete zu studieren, erschien es angezeigt, sich mit den Elementarvorgängen zu beschäftigen, die zur Lichterzeugung führen. Das Gesamtproblem der technischen Lichterzeugung, d. h. der Erzeugung eines sonnenähnlichen Lichtes, gliedert man zweckmäßig in

1. Aufsuchung der Bedingungen für die wirtschaftliche Herstellung der Strahlung einer Wellenlänge im sichtbaren Gebiet (Quantitätsproblem),
2. Aufsuchung der Bedingungen, die Zusammensetzung der Strahlung in gewünschter Weise zu beeinflussen (qualitatives Problem).

Die Verwendung der Resonanzlinie zur Lichterzeugung.

Zur Untersuchung der ersten Frage bot die Anregung eines Einzelatoms durch Elektronenstoß eine geeignete Grundlage. Ein einfach gebautes Atom, dessen Strahlung im wesentlichen im Sichtbaren liegt, ist das Natrium. Seine sichtbare Strahlung liegt zu 99 % bei einer Wellenlänge von $\lambda = 5890/96$ Å, die Empfindlichkeit des Auges beträgt hier 0,78.. der maximalen (Energieverteilung des Na: Zahlentafel 1)[2].

Zahlentafel 1. Spektrale Intensitäten des Na bei rd. 10^{-3} mm Hg und einer Stromdichte von rd. 0,5 A/cm².

Wellenlänge in Å	relative Intensität	Wellenlänge in Å	relative Intensität
11 404 — 382	0,08	5 688 — 83	0,012
8 195 — 83	0,15	5 154 — 49	< 0,002
6 161 — 54	0,003	4 983 — 79	< 0,005
5 896 — 90	1,00		

Das Natrium hat als Alkalimetall (erste Gruppe des periodischen Systems) ein einfaches Spektrum: Außerhalb der sog. abgeschlossenen Elektronenschalen ist nur noch ein „Leuchtelektron" vorhanden[3]. Für die Übertragung von Energie von freien Elektronen auf ein (gebundenes) Atomelektron gibt es eine gewisse Ausbeutefunktion[4] (Abb. 1). Elektronen mit etwa der doppelt bis viermal so großen kinetischen Energie wie die Anregungsenergie einer Atomlinie haben die größte Wahrscheinlichkeit[5], das Atom zur Emission der betr. Linie anzuregen. Der optimale Betrag dieser Ausbeute ist für die einzelnen Linien verschieden groß, innerhalb einer Serie nimmt er mit wachsender Gliednummer sehr rasch ab. Das angeregte Atom gibt nach einer gewissen „Verweilzeit" (rd. 10^{-8} s) die ganze Anregungsenergie in Form eines Lichtquantes wieder ab. Die Abgabe geht im Falle ungestörter Atome[6] mit 100 % Wirkungsgrad vor sich, d. h. 100 % aller Atome geben die Anregungsenergie als Strahlung wieder ab. Bei äußeren Störungen kann dieser Wirkungsgrad unter 100 % sinken[7], denn

1. können Atome durch Zusammenstöße während ihrer Verweilzeit „ausgelöscht" werden („Stoß zweiter Art"), dabei kann die Anregungsenergie in kinetische Energie der beiden Stoßpartner oder in Anregungsenergie des vorher nicht angeregten übergehen. Dieser Prozeß gewinnt mit wachsender Partikeldichte stark an Häufigkeit. Der Umsatz in kinetische Energie tritt oft ein bei Zusammenstößen mit Elektronen, seltener bei Zusammenstößen mit Atomen.

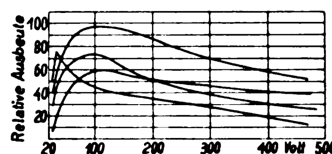


Abb. 1. Relative Ausbeute der Anregung einiger Spektrallinien des Heliums (Anregungsspannungen zwischen 23 und 24 V) in Abhängigkeit von der Elektronengeschwindigkeit in Volt. (Nach Hanle, Z. Physik Bd. 56, S. 94 [1929].)

2. können angeregte Atome durch Elektronenstoß zu weiteren Quantensprüngen veranlaßt werden (stufenweise Anregung und nachfolgende Reemission anderer Linien).

3. kann das Atom zwar emittieren, das Lichtquant jedoch reabsorbiert werden (an und für sich kein Energieverlust für die Strahlung der betreffenden Wellenlänge, aber Erhöhung der Aussichten eines solchen). Dieser Vorgang tritt bei hohem Dampfdruck des angeregten Gases oder Dampfes auf, besonders stark an den Resonanzlinien.

Für eine starke Emission der Resonanzlinien darf vor allem der Dampfdruck der anzuregenden Atome nicht zu hoch sein wegen 3., dann aber auch die Elektronendichte nicht zu hoch (d. h. kleine Stromdichte) wegen 2.

Durch die Herabsetzung des Dampfdruckes des Natriums wird ein Teil der Elektronen von günstiger Geschwindigkeit keine Zusammenstöße mit Natriumatomen erleiden und daher unnötig hohe Geschwindigkeiten annehmen: Hiergegen hilft Zufügen eines Edelgases.

Die Edelgase zeichnen sich durch besonders hohe Anregungsspannungen aus. Elektronen unterhalb dieser Energie können außer einem geringen Betrag, der nach dem Impulssatz übertragen werden muß, keine Energie an die Edelgasatome abgeben, sie werden elastisch reflektiert[8]. Da man den Druck des Edelgases erfahrungsgemäß 10^3-mal größer nehmen kann als den des Natriums, erhält man eine große Zahl derartiger elastischer Zusammenstöße, die den Weg der Elektronen von der Kathode zur Anode auf

* Nach einem vom Verfasser auf dem Internationalen Elektrizitätskongreß Paris 1932 in der 6. Sektion erstatteten Bericht.

[1] Vgl. Geiger-Scheel, Handb. d. Phys. Bd. 19, S. 19; Berlin 1928.

[2] Es ergibt sich hier zugleich als interessantes Nebenergebnis eine einfache Möglichkeit, durch Vergleich mit einem in Strahlungsenergie geeichten Empfänger das mechanische Lichtäquivalent nachzuprüfen (wobei die Empfindlichkeitskurve des Auges für verschiedene Wellenlängen als bekannt vorausgesetzt werden kann); vgl. H. Krefft u. M. Pirani, Z. techn. Physik Bd. 13, S. 367 (1932).

[3] Termschema siehe W. Grotrian, Graphische Darstellung der Spektren von Atomen und Ionen mit ein, zwei und drei Valenzelektronen; Berlin 1928.

[4] R. Seeliger, Ann. Physik Bd. 59, S. 613 (1919).

[5] W. Hanle, Z. Physik Bd. 56, S. 94 (1929).

[6] Vgl. P. Pringsheim, Fluoreszenz u. Phosphoreszenz, S. 38; Berlin 1928.

[7] Vgl. z. B. H. Krefft, M. Pirani, R. Rompe, Techn.-wiss. Abh. Osram-Konz. Bd. 2, S. 24 (1931).

[8] G. Hertz, Verh. dtsch. physik. Ges. 1917; Z. Physik Bd. 32, S. 298 (1924).

etwa das Hundertfache vergrößern werden. Damit wachsen auch die Aussichten beträchtlich, daß ein Elektron auf seinem Wege von der Anode zur Kathode mit einem Natriumatom zusammenstößt. Nach den Vorstellungen der Mechanik ist der „elastische" Energieverlust umgekehrt proportional der Masse des Edelgasatoms. Es sollten also schwere Edelgase günstiger sein als leichte. Das Experiment zeigt jedoch, daß der Unterschied zum mindesten bei den schweren Edelgasen nicht groß ist.

Eine wirtschaftliche Natriumdampf-Entladungslampe ist folgendermaßen konstruiert: Edelgasfüllung von einigen Millimeter Druck; Dampfdruck des Natriums einige 0,001 ... 0,1 mm; Elektronenquelle; geeignete Spannung, um die Elektronen zu beschleunigen. Um den Natriumdampfdruck zu erzeugen, wird die Entladungsröhre durch Außenheizung auf der nötigen Temperatur gehalten, z. B. bei 0,005 mm auf 260 °, bei 0,05 mm auf etwa 330 °, bei 0,5 mm auf rd. 420 ° C.

Der Versuch ergab, daß 70 ... 80 % der aufgewandten Elektronenenergie[9] in Licht verwandelt wurden, entsprechend 370 ... 420 Lm/W. (Die Heizung, d. h. die zur Dampferzeugung notwendige Leistung, ist nicht eingerechnet.) Eine Verwendung findet diese hochwirtschaftliche Ausführungsform als Fernsehlampe. Dieser Versuch bewies das erstemal in der Geschichte der Lichttechnik die oft ausgesprochene Vermutung[10], daß es möglich ist, elektrische Leistung mit höchstem Wirkungsgrad in Licht umzuwandeln.

Damit war auch der Weg für die technische Entwicklung klar vorgezeichnet. Die Übertragung war jedoch nicht einfach, denn folgende Aufgaben waren zu lösen[11]:

1. Herstellung einer Elektronenquelle von großer Ausgiebigkeit und Dauerhaftigkeit,
2. möglichst wirtschaftliche Heizung zum Zwecke der Dampferzeugung,
3. eine unerläßliche Nebenbedingung: Herstellung eines Glases, welches von Natrium nicht angegriffen wird.

Als ein Resultat der Entwicklung sei in Abb. 2 eine technische Natrium-Entladungsröhre für spektroskopische Zwecke gezeigt. Die Elektronenquellen sind Oxydelektroden aus gepreßtem und gesintertem Wolfram-Bariumoxyd-Gemisch. Das Entladungsgefäß besteht aus einem besonderen „natriumfesten" Borsilikat-Glas. Das Rohr wird mit so hohen Stromdichten betrieben, daß die Verluste an den Elektroden und im Volumen, die eine Erwärmung herbeiführen und beide stark mit der Stromdichte ansteigen, eine genügende Erhitzung des Rohres sowie der Elektroden herbeiführen[12]. Die eigentliche Entladungsröhre ist mit einem evakuierten Mantel als Wärmeschutz umgeben. Die Lichtausbeute dieser Natriumlampe (D-Linien) beträgt 60 Lm je Watt. Verwendung finden Natriumlampen dort, wo monochromatisches Licht gebraucht wird (Spektroskop, Polarimeter, Signale usw.), und dort, wo bei Beleuchtungen Monochromasie nicht stört, sondern sogar erwünscht ist (Steigerung des Auflösungsvermögens des Auges), z. B. bei der Beleuchtung von Automobilstraßen.

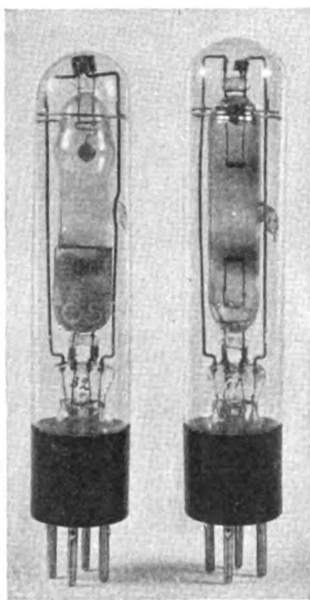


Abb. 2. Osram-Natrium-Kleinlampe für Gleichstrom für Wechselstrom

Die Verwendung der höheren Anregungszustände zur Lichterzeugung.

Das stärkere Hervortreten der höheren Serienglieder bzw. der von angeregten Niveaus ausgehenden Serien bei wachsender Strom- und Dampfdichte spielt bei den Atomen eine sehr wichtige Rolle, bei denen im Gegensatz zum Natrium die stärksten sichtbaren Linien Übergänge zwischen angeregten Niveaus sind, z. B. beim Mg, Cd, Zn, Hg, Ne, He (Abb. 3, Termschema des Hg). Hier ist von vornherein bei kleinem Dampfdruck und sehr kleiner Stromdichte (etwa 50 mA bei Ne von 1 mm Druck) eine schlechte visuelle Wirtschaftlichkeit zu erwarten und tatsächlich beobachtet. Bei allen diesen Atomen haben jedoch diejenigen Niveaus, von denen aus hauptsächlich die Anregung der sichtbaren Linien erfolgt, eine besonders hohe Verweilzeit (eine rd. 10 ... 100mal höhere als die des Ausgangsniveaus der Emission der D-Linien), sie sind z. T. „metastabil". Eine schwache Anregung, d. h. geringe Stromdichte, genügt (rd. 200 mA/cm² bei Ne von 1 mm Hg), um diese Niveaus dermaßen anzureichern, daß sich die sichtbaren Linien wie die Resonanzlinien verhalten. Man erhält also schon bei verhältnismäßig geringen Strom- und Dampfdichten eine brauchbare Lichtausbeute; mit wachsender Strom- und Dampfdichte nimmt sie zunächst ab. Bei Hg, wo man den Dampfdruck leicht bis auf 1 at steigern kann, beobachtet man bei großer Erhöhung der Stromdichte und des Dampfdruckes wieder eine Zunahme der Lichtausbeute[13], die parallel geht mit der Erscheinung der Einschnürung der Quecksilber-Bogenentladung. Die relative Intensität der Resonanzlinie nimmt dabei stark ab. Aus der Intensitätsverteilung der Niederdruckröhre (Abb. 4) und der Hochdruckröhre (Abb. 5) sieht man, daß die Farbe einer solchen Hochdruck-Entladung sich nach „weiß" zu verschoben hat (der selektive Grundcharakter des Quecksilberspektrums ist nicht verändert). Der Mechanismus dieses bisher hauptsächlich an Metalldämpfen beobachteten Vorganges sowie der Grund für die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit sind noch nicht völlig geklärt.

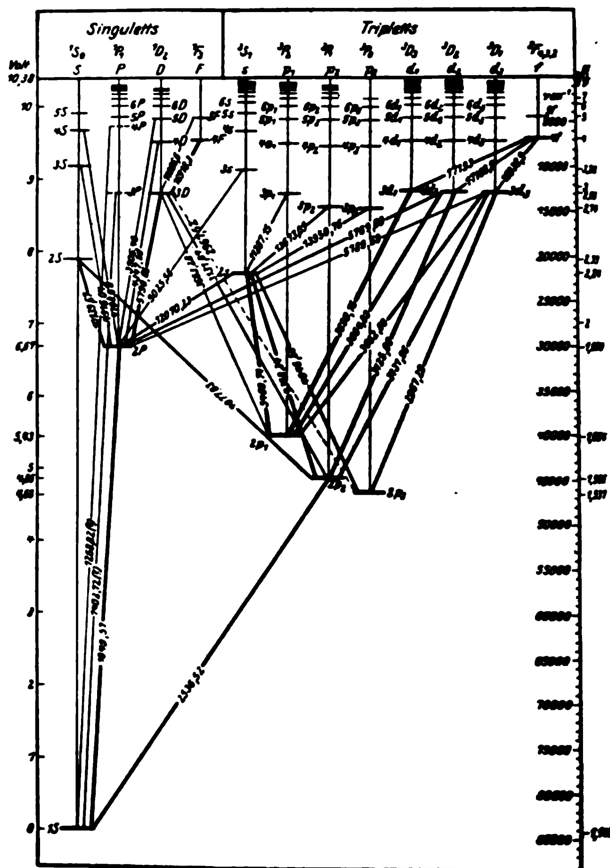
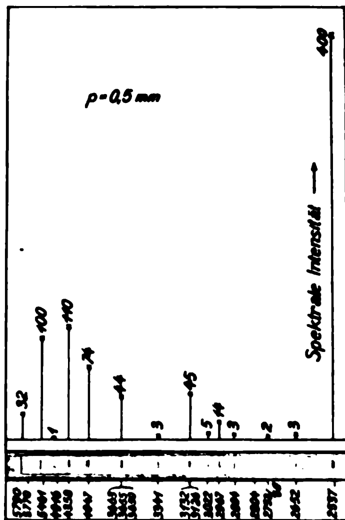


Abb. 3. Termschema des Quecksilbers.

Wir haben bei Quecksilber im Gegensatz zu Natrium den Fall vor uns, wo hoher Druck und hohe spezifische Belastung zu höherem Wirkungsgrad führen. Eine technische Anwendung dieser Erkenntnisse führte zu einer Lampe von 50 Lm/W, die gute Verwendung z. B. bei Straßenbeleuchtung finden kann (Abb. 6). Die Verbesserung der Lichtfarbe dieser Lampe gegenüber der Niederdruck-

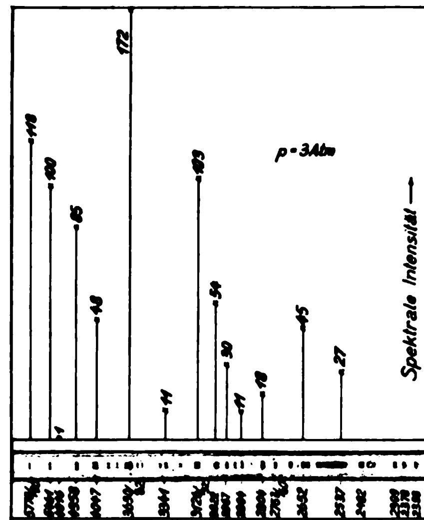
[9] M. Pirani, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 482 (1930).
[10] H. Ebert, Wiedemanns Ann. Bd. 53, S. 160 (1894); Mc. F. Moore, ETZ 1896, S. 637.
[11] M. Pirani, ETZ 1930, S. 889.
[12] M. Pirani, Z. angew. Chem. Bd. 44, S. 395 (1931).
[13] Küch u. Retschinsky, Ann. Physik Bd. 22, S. 515 (1907).

lampe ist technisch wichtig, da ja von einer brauchbaren Lichtquelle im allgemeinen nicht nur verlangt wird, daß sie wirtschaftlich ist, sondern auch, daß sie den beleuchteten Gegenständen ein von dem gewohnten Eindruck bei Tageslicht nicht zu stark abweichendes Aussehen verleiht. Dazu gehört zunächst, daß sie ein dem kontinuierlichen



Starkes Überwiegen der Resonanzlinie 2537, II. Nebenserie (λ = 5461, 4358, 4047) intensiver als I. Nebenserie (λ = 3663/50, 3132/26, 2967 Å). Anregung hauptsächlich vom Grundniveau (1 S) aus.

Abb. 4. Spektrale Intensitätsverteilung in der Quecksilber-Niederdruckentladung in Quarzrohr. Zum Vergleich Spektrogramm derselben Lampe.



Resonanzlinie λ = 2537 Å relativ schwach; größte Intensität bei der I. Nebenserie (λ = 3663/50...), welche jetzt stärker ist als die II. Nebenserie (λ = 5461). Starke Anregung aus den 2^3P-Niveaus heraus.

Abb. 5. Spektrale Intensitätsverteilung der Quecksilber-Hochdruckentladung. Zum Vergleich Spektrogramm derselben Lampe.

Sonnenspektrum physikalisch ähnliches Spektrum hat[14] bzw. eine über das Gesamtspektrum gut verteilte Linienemission. Die Hg-Hochdruckentladung hat fast keine Emission im roten Teil des Spektrums, man müßte also, um eine tageslichtähnliche Beleuchtung zu schaffen, die Hg-Hochdrucklampe mit anderen Lichtquellen kombinieren, die ihre Energie wesentlich im roten Teil des Spektrums ausstrahlen; solche sind z. B. die Entladung in Ne oder Glühlampen.

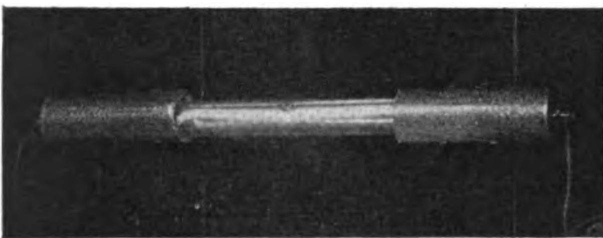


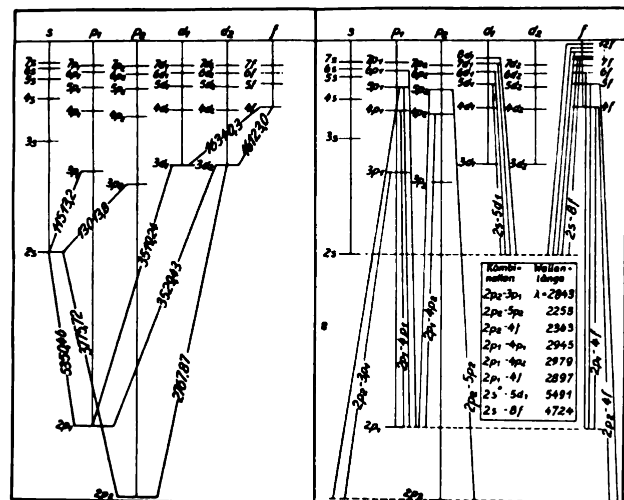
Abb. 6. Osram-Quecksilber-Hochdruckröhre.

Die erwähnten theoretischen und experimentellen Gesichtspunkte für die Herstellung einer Strahlungsquelle mit gutem Wirkungsgrad, die an Natrium und Quecksilber erläutert wurden, sind in ihren Grundzügen auch für die Edelgase zutreffend, wie man z. B. am Verhalten des Heliumspektrums (Linien der Nebenserien im sichtbaren Gebiet, „Resonanzlinie" bei 1,08 μ) und des Neonspektrums feststellen kann[15].

Verbotene Übergänge und die Verwendung der Rekombinationspektren zur Lichterzeugung.

Bei wachsender Strom- und Dampfdichte wird bei einer Reihe von Metallen das Auftreten von sog. verbotenen Übergängen und Rekombinationen von Elektronen und Ionen im Volumen beobachtet. Am Termschema eines Atoms sieht man, daß nur eine beschränkte Anzahl der möglichen Verbindungen je zweier Energieniveaus (Linien) „erlaubt" ist; die übrigen stellen sog. verbotene Übergänge oder Linien dar. Verbotene Übergänge können auftreten, wenn das Atom einer starken Störung ausgesetzt, z. B. in ein elektrisches Feld gebracht wird. In Gasentladungen sind im Falle hoher Ionen- und Elektronendichten außerordentlich hohe intermolekulare elektrische Felder vorhanden; es wird dann die Emission verbotener Linien wahrscheinlich (Abb. 7). Das Spektrum des Atoms „füllt" sich dabei in charakteristischer Weise auf.

Aus dem Termschema eines Atoms ersieht man ferner, daß die diskontinuierlichen Energieniveaus einer Grenze zustreben. Diese Grenze entspricht einer Abtrennung des Leuchtelektrons von dem Atom, einer Ionisierung. Der umgekehrte Vorgang, die Wiedervereinigung eines Elektrons mit einem Ion, ist die Rekombination. Wie für alle Anregungsprozesse existiert auch für die Abhängigkeit der Ionisation von der Elektronengeschwindigkeit eine gewisse Ausbeutefunktion und entsprechend auch für die Rekombination. Experimentelle Erfahrungen und theoretische Überlegungen zeigen, daß die Rekombination bevorzugt an den Wänden des Gefäßes auftritt, im Volumen war sie bis vor kurzem nicht beobachtet. Erst in den Untersuchungen an positiven Säulen von Metall-Edelgas-Gemischen, wie sie wohl zuerst von Krefft[16] an Tl und dann an K, Cs, Rb und anderen Metallen durchgeführt wurden, sind Bedingungen (hohe Ionen- und Elektronenkonzentration, hervorgerufen durch starke Ionisation des Metalldampfes) vorhanden, unter denen Rekombination auch im Volumen leicht beobachtet wurde. Bei der Rekombination wird, wie sich experimentell ergibt, das Niveau bevorzugt, aus dem heraus die stärkste Anregung und Ionisation erfolgt.



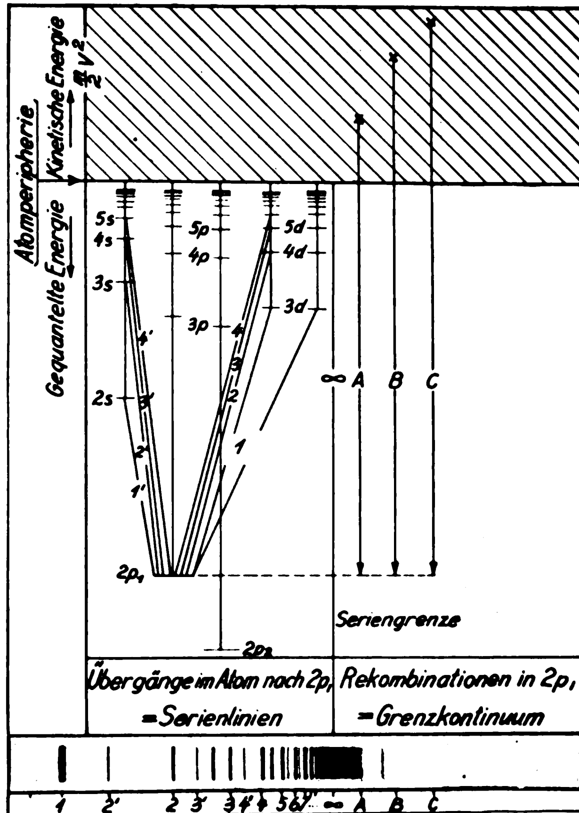
links: Termschema des Tl mit den „normalen" Übergängen: I. und II. Nebenserien, Hauptserie und Bergmannserie,
rechts: Termschema des Tl mit den in der positiven Säule durch Ionenfelder erzwungenen „verbotenen" Serien.

Abb. 7. Lichtemission des Thalliums in der positiven Säule; Wellenlängenangaben in Å.

Bei Rekombination an der Wand wird durch die freiwerdende Energie meist die Wand aufgeheizt. Findet Rekombination im Volumen statt, so kann Strahlung emittiert werden. Die Wellenlänge des emittierten Lichtes

[14] Vgl. E. Lax u. M. Pirani, Künstliches Tages- und Sonnenlicht, Vortr. Int. Illuminat. Congr. 1931.
[15] Inwieweit diese Strahlungsquellen auch gute Lichtquellen sind, hängt von der durch die Eigenschaften des Atoms gegebenen Lage der Spektrallinien ab.
[16] H. Krefft, Naturwiss. Bd. 19, S. 269 (1930); Physik. Z. Bd. 32, S. 948 (1931).

entspricht der Energie des Atomniveaus, in welches die Rekombination erfolgt, plus der kinetischen Energie des eingefangenen Elektrons (Abb. 8). Das Spektrum zeigt ein an die Seriengrenze anschließendes kontinuierliches Band mit nach kurzen Wellen abnehmender Intensität (Abb. 8). Liegen diese Grenzkontinua, wie z. B. bei den Alkalien, im sichtbaren Teil des Spektrums, so tragen sie zur Lichtemission bei. Infolge des dem Linienspektrum überlagerten Kontinuums wird die Lichtfarbe verändert. Gleichzeitig werden die höheren Serienglieder verstärkt, da die Konzentration der Atome in den höheren Niveaus



Die den einzelnen Übergängen im Termschema entsprechenden Serienlinien sind durch Zahlen am Spektrogramm gekennzeichnet. Das Zustandekommen des Grenzkontinuums ist schematisch dargestellt durch die Pfeile *A*, *B* u. *C*, die das Einfangen von Elektronen verschiedener kinetischer Energie in das $2\,p_1$-Niveau bedeuten.

Abb. 8. Schema eines Wiedervereinigungsspektrums (Nebenserien des Thalliums).

durch Rekombination in diese zunimmt; es findet dadurch eine weitergehende Auffüllung des Spektrums statt, und man erhält unter Umständen weißes Licht, z. B. bei Cs (Abb. 9). Schließlich kann eine weitere „Verschmierung" des Spektrums durch Bandenemission auftreten, u. zw. sowohl der Metallmoleküle als auch von Metall-Edelgas-Molekülen[17].

Die vorstehenden an einigen Beispielen erörterten Überlegungen wurden bisher an vielen Gasen und Dämpfen technisch verwertet, z. B. an He, Ne; Na, K, Rb, Cs; Mg, Zn, Cd, Hg; G, In, Tl; N_2; CO_2.

Die Verwendung der Strahlungsanregung von Molekülgasen, Flüssigkeiten und festen Körpern zur Lichterzeugung.

Ein wesentlich verändertes Bild ergibt sich bei dieser Betrachtungsweise über die Aussicht einer Luminiszenzanregung von Flüssigkeiten und vor allen Dingen von festen Körpern zum Zwecke der Lichterzeugung. Die Bindung der Atome in einem Molekül hängt meist sehr stark von der Elektronenkonfiguration ab; bei der Anregung eines Elektronenüberganges ändern sich die die Energieniveaus bestimmenden Bindungskräfte. Diese Änderung geht meist auf Kosten der Anregungsenergie, so daß der energetische Wirkungsgrad schon bei einem einzelnen Molekül u. U. kleiner als 100 % sein kann (Stokessche Regel). Ein Teil der Anregungsenergie dient zur Erhöhung der Temperatur des Molekülgases. Bei Erhöhung der Dichte wird infolge des bei Zusammenstößen eintretenden Energieaustausches zwischen den Kernbewegungen der einzelnen Moleküle der Wirkungsgrad noch weiter verschlechtert. In besonders ungünstigen Fällen — vom Standpunkt einer rationellen Lichterzeugung gesehen — wird ein Anregungsakt gar nicht zu einer Reemission führen, z. B. immer dann, wenn durch die Anregung eine Dissoziation herbeigeführt wird. Ein charakteristisches Beispiel ist der schlechte Strahlungswirkungsgrad der Kohlenwasserstoffe.

Diese Betrachtungen gelten nun a fortiori für Flüssigkeiten und feste Körper. Man hat hier im allgemeinen mit einer so starken Energiezerstreuung zu rechnen, daß eine rationelle Lumineszenzanregung kaum möglich ist. Es gibt allerdings Ausnahmen, z. B. fluoreszierende Flüssigkeiten. — Bei thermischer Anregung kann hingegen natürlich von einer Energiezerstreuung keine Rede sein, so daß feste und flüssige Substanzen ohne weiteres durch Erhitzen zur Emission ihrer Eigenschwingungen angeregt werden können.

λ = 5550 Maximale Augenempfindlichkeit

Cäsium a) kleiner Druck b) hoher Druck

Rubidium a) kleiner Druck b) hoher Druck

Bei höherem Druck treten Grenzkontinua auf und die höheren Serien (Nebenserien [Cs λ = 5100 Å, Rb λ = 4950 Å] und Bergmannserie [Cs λ = 6200 Å, Rb λ = 6300 Å]) werden sehr intensiv, das Spektrum wird „ausgefüllt" und damit tageslichtähnlich.

Abb. 9. Einfluß des Druckes auf die spektrale Intensitätsverteilung bei Entladungen in Cäsium und Rubidium.

Mit dem Auftreten neuer Niveaus beim Übergang von Atomen zu Molekülen und dann zu flüssigen und festen Substanzen tritt auch eine wesentliche Modifikation des Spektrums ein. Die neu auftretenden Energieniveaus gehen auf periodische Vorgänge von verhältnismäßig kleiner Frequenz zurück, da es sich meist um Bewegung der verhältnismäßig schweren Atomkerne handelt; sie wirken sich darin aus, daß der Elektronenübergang in eine große Anzahl von engen Teilniveaus aufgespaltet. Man erhält bei flüssigen und festen Substanzen gewöhnlich ein von Ultrorat bis ins ferne Ultraviolett reichendes (Absorptions- und Fluoreszenz-) Spektrum aus meist kontinuierlichen Banden mit dazwischenliegenden Stellen hoher Durchlässigkeit. In einigen wenigen Fällen kommen auch diskontinuierliche Spektra im flüssigen und festen Zustande vor, z. B. bei Benzol, einigen Anilinfarben, einigen Erdalkalien.

Wesentliche neue Erscheinungen treten bei den Metallen auf. Beim Übergang von der gasförmigen zur flüssigen Phase gibt das Metallatom seine Leuchtelektronen ganz oder zum Teil ab. Die übrig bleibenden ein- oder mehrfachen Metallionen ergeben zusammen mit den freien Elektronen ein Gebilde mit gänzlich neuen physikalischen Eigenschaften: der „metallischen" Leitung, dem „metallischen" Reflexionsvermögen, einem (mit wenigen Ausnahmen) kontinuierlichen Absorptionsvermögen, das sehr hoch ist, so daß die Metalle bereits in sehr dünnen Schichten undurchsichtig sind.

Jedenfalls scheint in dem Spektralbereich, in welchem das Metall seine charakteristischen optischen Eigenschaften hat (also nicht z. B. im Gebiet der ganz kurzen Röntgenstrahlen), eine Absorption stets zu einem vollständigen Umsatz der absorbierten Energie in Wärme zu führen, d. h. einer 100prozentigen Zerstreuung der Anregungsenergie. Ob außerdem nicht noch bisher unerkannte Eigenschaften der Metalle existieren, die eine Lumineszenzanregung erlauben, mag dahingestellt sein.

[17] Vgl. H. Krefft u. R. Rompe, Z. Physik Bd. 73, S. 681 (1931) und R. Rompe, Z. Physik Bd. 74, S. 175 (1932).

Zusammenfassung. Das Ergebnis unserer gesamten Betrachtungen möge dahin zusammengefaßt sein, daß die Wahrscheinlichkeit, einen guten Wirkungsgrad der Strahlung bestimmter, für die Lichterzeugung nutzbarer Wellenlänge zu erhalten, um so größer ist, je günstiger die Bedingungen für die Bildung und Existenz hochangeregter Einzelindividuen und je kleiner die Energiezerstreuung ist. Deswegen liegen die besten prinzipiellen Möglichkeiten der Lichterzeugung bei den Gasentladungen in atomaren Gasen oder Dämpfen.

M. Pirani.

Die elektrischen Verluste bei schwankenden Lastverhältnissen in Netzen und Energiewandlern.

Von Dr.-Ing. Dr. jur. Max Wolf, Berlin.

Übersicht. Nachdem in einem ersten Aufsatz[1] der Begriff des Arbeitsverlustfaktors der Wirkarbeit erläutert und praktische Zahlenwerte angegeben wurden, wird hier die Berechnung der Arbeitsverlustfaktoren der Scheinleistung auf Grund der Methoden von Tröger und Holmgreen-Rung mitgeteilt.

Es wäre naheliegend gewesen, den Arbeitsverlustfaktor ϑ_s der Scheinleistung auf die gleiche Weise durch Quadrieren von Belastungskurven zu ermitteln wie den der reinen Wirkleistung ϑ_w. Da aber kVA-Kurven nur selten registriert werden und zudem die Belastungsverhältnisse der Werke hinsichtlich der Blindbelastungen zu unterschiedlich sind, lassen sich zunächst generell gültige Werte für ϑ_s nur unter bestimmten Voraussetzungen angeben[2]. Statt kVA-Kurven zu quadrieren, wird man zunächst versuchen müssen, eine Beziehung zwischen dem Arbeitsverlustfaktor der Wirkleistung ϑ_w und dem unbekannten Arbeitsverlustfaktor der Scheinleistung ϑ_s zu finden.

Dieser Versuch ist von Rossander[3] und Tröger[4, 5] in der Weise gemacht worden, daß sie zur Ableitung dieser Beziehung den Tangens des momentanen Phasenverschiebungswinkels φ_t für zwei Grenzfälle durch den Tangens der Spitze $\operatorname{tg} \varphi_S$ ausdrückten, wobei Rossander außerdem noch die empirisch gefundenen Formeln von Holmgreen-Rung[6, 7] anwendete.

Abb. 1. Die Grenzfälle der Phasenverschiebung bei einer bestimmten Wirklast.

Diese beiden Grenzfälle sind der des konstanten $\cos \varphi$ und der der konstanten Blindleistung. Der Fall des konstanten $\cos \varphi$ ist gegeben, wenn die Blindleistung zur Wirkleistung im ganzen Zeitraum eines Jahres, Monats oder Tages im gleichen Verhältnis steht. In diesem Falle ist nach Tröger (Abb. 1):

$$\operatorname{tg} \varphi_{t_1} = \operatorname{tg} \varphi_S. \tag{1}$$

Diesen Fall kann man bei einer genügenden Anzahl von Synchronmotoren im Netz erreichen. Normalerweise haben wir bei niedriger Belastung einen größeren Wert für $\operatorname{tg} \varphi_{t_1}$ als bei Spitzenbelastung, so daß dieser Fall die untere Grenze für die Werte von $\operatorname{tg} \varphi_t$ darstellen dürfte. Im Falle der konstanten Blindleistung, der durch das Überwiegen von Induktionsmotoren in einem Netz zu erklären sein würde, besteht die Beziehung:

$$\operatorname{tg} \varphi_{t_2} = \frac{1}{k_{w_t}} \operatorname{tg} \varphi_S. \tag{2}$$

Hierin bedeutet k_{w_t} das sog. momentane Schwankungsverhältnis[8]:

$$k_{w_t} = \frac{L_{w_t}}{S_w}. \tag{3}$$

Dieser zweite Grenzfall ergibt zu hohe Werte für den $\operatorname{tg} \varphi_t$ und damit zu niedrige für den Leistungsfaktor. Er dürfte in normalen Netzen die obere Grenze von $\operatorname{tg} \varphi_t$ bedeuten. Der wahrscheinliche Wert für $\operatorname{tg} \varphi_t$ liegt zwischen beiden Grenzfällen. Tröger stellt ihn folgendermaßen dar:

$$\operatorname{tg} \varphi_t = \operatorname{tg} \varphi_{t_1} + c\,(\operatorname{tg} \varphi_{t_2} - \operatorname{tg} \varphi_{t_1}) \tag{4}$$

und erhält unter Berücksichtigung von Gl. (1) und (2)

$$\operatorname{tg} \varphi_t = \operatorname{tg} \varphi_S \left(1 - c + \frac{c}{k_{w_t}}\right). \tag{5}$$

Der Wert der in diesen beiden Gleichungen eingeführten Konstanten c liegt in deutschen Netzen und normalen Verhältnissen nach Tröger in der Regel bei $c = 0{,}2 \ldots 0{,}25$, nach Feststellungen des Verfassers — unter Auswertung der Arbeiten von Rossander, Holmgreen und Rung — in nordischen Netzen bei $c = 0{,}3 \ldots 0{,}4$. Die Konstante c kann aber auch höhere Werte annehmen, anderseits aber auch negativ werden, wenn der Spitzen-$\cos \varphi_S$ der schlechteste des ganzen untersuchten Zeitabschnitts ist, z. B. bei Dreschspitzen.

Holmgreen-Rung stellen dagegen folgende empirische Beziehung auf:

$$\cos \varphi_t = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{S_w}{L_{w_t}} \operatorname{tg}^2 \varphi_S}}, \tag{6}$$

die man auf die Form

$$\operatorname{tg} \varphi_t = \operatorname{tg} \varphi_S \sqrt{\frac{1}{k_{w_t}}} \tag{7}$$

bringen kann.

Mit diesen Gleichungen ist es nun möglich, die Arbeitsverluste $F v_s$ für eine Einfachleitung vom Widerstand R zu bestimmen[9]:

$$F v_s = R \int_0^T I_{s_t}^2 \, dt. \tag{8}$$

Daraus erhält man nach einigem Umformen:

$$F v_S = L v_{s_S} \cos^2 \varphi_S \int_0^T \left(\frac{k_{w_t}}{\cos \varphi_t}\right)^2 dt. \tag{9}$$

Führt man diesen Ausdruck in die Gl. (3) des ersten Aufsatzes ein,

$$\vartheta = \frac{\text{tatsächlicher Kupferverlust}}{\text{Spitzenkupferverlust} \cdot T} = \frac{\int_0^T L v_t \, dt}{L v_S \, T},$$

so erhält man die Gleichung des Arbeitsverlustfaktors der Scheinleistung

$$\vartheta_s = \frac{1}{T} \cos^2 \varphi_S \int_0^T \left(\frac{k_{w_t}}{\cos \varphi_t}\right)^2 dt. \tag{10}$$

Durch Aufspalten des Integrals und weitere Zwischenrechnungen erhält man

$$\vartheta_s = \cos^2 \varphi_S \frac{1}{T} \left(\int_0^T k_{wt}^2 \, dt + \int_0^T k_{wt}^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_t \, dt\right). \tag{11}$$

---

[1] ETZ 1931, S. 1267.
[2] wie sie z. B. das Verfahren von Holmgreen-Rung voraussetzt.
[3] C. A. Rossander, Ing. Vet. Akad. Handl. Nr. 3, 1921.
[4] R. Tröger, ETZ 1920, S. 908.
[5] R. Tröger, Die Bedeutung des Blindverbrauchs bei Kraftübertragung, Mitt. techn.-wissenschaftl. Ver. Schlesiens v. 10. X. 1922.
[6] Holmgreen, wie Fußnote 3, S. 23.
[7] Rung, Elektroteknikeren Nr. 16, 1925.
[8] R. Schneider, Beitrag zu Sektion 3 der II. Weltkraftkonferenz (1930), Bericht Nr. 42.
[9] Über die Bedeutung der Formelzeichen vgl. den ersten Aufsatz, ETZ 1931, S. 1267. Der Index s bedeutet Beziehung auf die Scheinleistung.

Da das erste Integral gleich ϑ_w ist und wir den $\operatorname{tg} \varphi_t$ durch Gl. (5) ersetzen können, erhalten wir die Schlußgleichung[10]

$$\vartheta_s = \vartheta_w + \sin^2 \varphi_S \, \vartheta_w (c^2 - 2\,c) + \sin^2 \varphi_S \, m_w \, (2\,c - 2\,c^2) + c^2 \sin^2 \varphi_S \,. \qquad (12)$$

Setzt man für ϑ_w die vom Verfasser errechneten und auf S. 1270 der ETZ 1931 veröffentlichten Zahlenwerte ein, so ergeben sich für die Trögerschen Konstanten $c = 0{,}2$, $0{,}3$, $0{,}4$ die Scheinarbeitsverlust-Faktoren der Zahlentafel 1. Zahlentafel 2 gibt die Scheinarbeitsverlust-Stunden h_{V_s} wieder, welche mit dem Arbeitsverlustfaktor ϑ_s durch die Beziehung

$$h_{V_s} = \vartheta_s \, T \qquad (13)$$

verbunden sind.

Zahlentafel 1. Die Scheinarbeitsverlust-Faktoren ϑ_s für die verschiedenen Trögerschen Konstanten c.

m_w	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
$\cos \varphi_S$			$c = 0{,}2$			
1,0	1,000	0,660	0,400	0,195	0,055	0,000
0,8	1,000	0,681	0,432	0,230	0,085	0,014
0,6	1,000	0,698	0,456	0,258	0,109	0,026
0,4	1,000	0,709	0,474	0,277	0,126	0,034
0,2	1,000	0,713	0,485	0,289	0,136	0,038
0,0	1,000	0,718	0,488	0,293	0,139	0,040
			$c = 0{,}3$			
1,0	1,000	0,660	0,400	0,195	0,055	0,000
0,8	1,000	0,692	0,450	0,252	0,108	0,032
0,6	1,000	0,718	0,488	0,296	0,149	0,058
0,4	1,000	0,736	0,517	0,328	0,177	0,076
0,2	1,000	0,747	0,533	0,347	0,195	0,087
0,0	1,000	0,750	0,538	0,354	0,201	0,090
			$c = 0{,}4$			
1,0	1,000	0,660	0,400	0,195	0,055	0,000
0,8	1,000	0,703	0,469	0,277	0,135	0,058
0,6	1,000	0,738	0,522	0,340	0,196	0,102
0,4	1,000	0,765	0,565	0,389	0,244	0,138
0,2	1,000	0,777	0,584	0,413	0,267	0,154
0,0	1,000	0,782	0,592	0,422	0,276	0,160

Zahlentafel 2. Die Verluststundenzahlen h_{V_s} für die verschiedenen Trögerschen Konstanten c und $T = 8760$ h.

m_w	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
$\cos \varphi_S$			$c = 0{,}2$			
1,0	8760	5780	3500	1710	480	0
0,8	8760	5970	3780	2020	750	123
0,6	8760	6120	4000	2260	960	228
0,4	8760	6200	4150	2430	1100	298
0,2	8760	6250	4250	2530	1190	333
0,0	8760	6290	4280	2570	1220	350
			$c = 0{,}3$			
1,0	8760	5780	3500	1710	480	0
0,8	8760	6060	3940	2210	950	280
0,6	8760	6300	4280	2600	1310	510
0,4	8760	6450	4530	2870	1550	670
0,2	8760	6550	4670	3740	1710	760
0,0	8760	6570	4720	3100	1760	790
			$c = 0{,}4$			
1,0	8760	5780	3500	1710	480	0
0,8	8760	6160	4110	2430	1180	510
0,6	8760	6470	4570	2980	1720	900
0,4	8760	6700	4950	3410	2140	1210
0,2	8760	6800	5120	3620	2340	1350
0,0	8760	6850	5180	3700	2420	1400

Führt man dagegen die Holmgreen-Rungsche Formel der Gl. (7) in Gl. (11) ein, so erhält man die folgende einfache Beziehung für ϑ_s:

$$\vartheta_s = \cos^2 \varphi_s \, \vartheta_w + \sin^2 \varphi_s \, m_w . \qquad (14)$$

Zahlentafel 3 gibt die auf diese Weise berechneten Arbeitsverlust-Stunden wieder.

Der Vergleich der nach Holmgreen-Rung und nach Tröger ermittelten Arbeitsverlustfaktoren der Scheinleistung zeigt, daß im Bereich der hohen Belastungsfaktoren $m_w = 1{,}0 \ldots 0{,}6$ die Werte für ϑ_s einer Trögerschen Konstanten $c > 0{,}4$ entsprechen. In dem Bereich $m_w = 0{,}5$ bis 0,3 für alle $\cos \varphi_S$ und für $m_w = 0{,}2$ für $\cos \varphi_S = 1{,}0$ bis 0,4 entspricht das nach den Voraussetzungen der bei-

Zahlentafel 3. Die Scheinarbeitsverlust-Faktoren auf Grund der Holmgreen-Rungschen Näherungsgleichung.

m_w	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
$\cos \varphi_S$						
1,0	1,000	0,660	0,400	0,195	0,055	0,000
0,8	1,000	0,710	0.472	0,269	0,107	0,000
0,6	1,000	0,750	0,528	0,326	0,148	0.000
0,4	1.000	0,778	0,568	0,367	0,177	0.000
0,2	1,000	0,794	0,592	0,392	0,194	0.000
0,0	1,000	0,800	0,600	0,400	0,200	0,000

Zahlentafel 4. Die Scheinarbeitsverlust-Stunden h_{V_s} nach Holmgreen-Rung für $T = 8760$ h.

m_w	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
$\cos \varphi_S$						
1.0	8760	5780	3500	1710	480	0
0,8	8760	6230	4130	2360	940	0
0,6	8760	6580	4630	2860	1300	0
0,4	8760	6830	4980	3220	1550	0
0,2	8760	6940	5180	3440	1700	0
0,0	8760	7010	5260	3310	1750	0

den ersten Verfasser berechnete ϑ_s einer Trögerschen Konstanten $c = 0{,}3 \ldots 0{,}4$, die restlichen Werte einem $c = 0{,}2 \ldots 0{,}3$.

Für die praktisch überwiegend in unseren Netzen auftretenden Belastungsfaktoren $m_w \leq 0{,}5$ sind also die Näherungswerte der Zahlentafeln 3 und 4 recht brauchbar. Für genaue Verlustberechnungen empfiehlt sich jedoch die einmalige genauere Bestimmung der Trögerschen Konstanten c und danach Anwendung der Zahlentafeln 1 und 2. Man ermittelt sie entweder nach Gl. (5) unter Berechnung eines durchschnittlichen c aus Augenblickswerten, oder man konstruiert mittels irgendeines der bekannten Näherungsverfahren Jahres- oder Monats-kVA-Kurven und berechnet aus ihnen in der früher angegebenen Weise[11] Werte für ϑ_s. Man kann dann c rückwärts aus Zahlentafel 1 bestimmen. Treten nicht zu einschneidende Veränderungen in den Netzverhältnissen auf, so wird man c auch für spätere Rechnungen beibehalten können.

Es muß hierbei noch festgestellt werden, daß, obgleich ϑ_w für alle Kurven gleichen Belastungsfaktors den gleichen Wert hat, die Trögersche Konstante c nur einen Durchschnittswert für eine bestimmte Zeit darstellt. Will man daher z. B. die Verluste eines bestimmten Monats, von dem man annimmt, daß sich seine Belastungsverhältnisse nur unwesentlich ändern, Jahr für Jahr stets mglichst genau erfassen, so muß man c für diesen Monat bestimmen und darf nicht mit dem c des Jahres rechnen. Anderseits gelten aber die Tafelwerte für ϑ_s allgemein für Tages-, Monats- und Jahresverlustberechnungen.

Zahlenbeispiel. Bestimmung des Jahres-Arbeitswirkungsgrades eines Transformators von 100 kVA, $L_{V_{s S_{\mathrm{Fe}}}} = 0{,}9\,\%$, $L_{V_{s S_{\mathrm{Cu}}}} = 2\,\%$ bei einem Belastungsfaktor der Wirkleistung von $m_w = 0{,}5$, einem Spitzen-$\cos \varphi_S = 0{,}7$ und einer Trögerschen Konstanten $c = 0{,}2$.

Nach Zahlentafel 1 ist $\vartheta_s = 0{,}339$. Damit werden die Jahreskupferverluste

$$F_{V_{s\mathrm{Cu}}} = L_{V_{s S_{\mathrm{Cu}}}} \cdot T \, \vartheta_s = 5950 \text{ kWh}.$$

Die jährlichen Eisenverluste sind

$$F_{V_{s\mathrm{Fe}}} = L_{V_{s S_{\mathrm{Fe}}}} \cdot T = 7880 \text{ kWh}.$$

Der Jahres-Arbeitswirkungsgrad ist damit

$$\eta = \frac{F_w}{F_w + F_{V_{s\mathrm{Cu}}} + F_{V_{s\mathrm{Fe}}}} = \frac{m_w \, S_w \, T}{m_w \, S_w \, T + F_{V_{s\mathrm{Cu}}} + F_{V_{s\mathrm{Fe}}}} = 95{,}6\,\%.$$

[10] Hinsichtlich der Grenzfälle von ϑ wird auf die zitierten Arbeiten von Tröger verwiesen (Fußnoten 4 und 5), die allgemein gültig sind, wenn auch die dortigen Ableitungen auf gebrochenen Linienzügen und seine ersten Arbeiten auf $c = 0{,}5$ beruhen.

[11] ETZ 1931, S. 1267.

Verluste in technischen Isolierstoffen*.

(Mitteilung aus dem Starkstrom-Laboratorium des AEG-Kabelwerks Oberspree.)

Von Dr.-Ing. **E. Kirch**, Berlin.

(Schluß von S. 961.)

Betrachten wir zunächst Abb. 6. Hier ist in der höher liegenden Kurve der Fehlwinkel eines handelsüblichen ungereinigten Harzes als Funktion der Temperatur aufgetragen und ebenfalls der Verlauf der Dielektrizitätskonstante. Wenn man ein solches Harz chemisch untersucht, so ergibt sich eine bestimmte Menge von Substanzen, die nicht in Petroläther löslich sind. Es sind oxydierte Bestandteile des Harzes, sog. Oxysäuren. Wir haben experimentell festgestellt, daß eine bestimmte Ab-

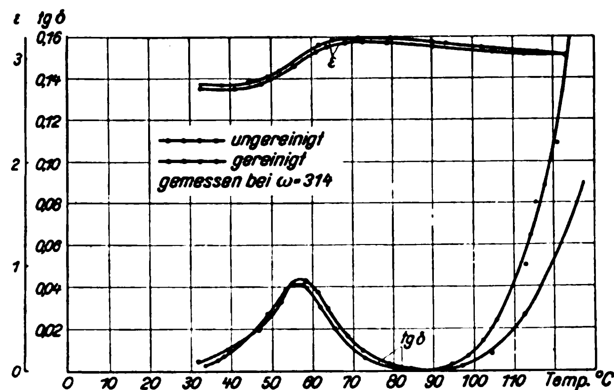


Abb. 6. Fehlwinkel (tg δ) und Diel.-Konstante (ε) eines Harzes.

hängigkeit zwischen der Menge dieser Oxysäuren und der Höhe des Leitwertes bzw. bei höheren Temperaturen auch der Verluste (da diese bei höheren Temperaturen praktisch nur durch den Leitwert bestimmt sind) besteht. Es ist demnach wohl anzunehmen, daß eben diese Abbauprodukte des Harzes besonders stark dissoziiert sind und Anlaß zu den Verlusten durch elektrische Leitung geben. Mengenmäßig sind etwa 1 ‰ solcher Bestandteile im Harz enthalten. Die Leitfähigkeit, die diese Substanzen verursachen, ist durch das Ersatzbild der Parallelschaltung eines Widerstandes zu einem idealen Kondensator darstellbar. Abb. 6, in der als 2. Kurve Winkel und Dielektrizitätskonstante des gleichen Harzes nach einer Reinigung dargestellt sind, zeigt uns nun, daß zwar die Ableitungsverluste bei hohen Temperaturen sehr viel geringer sind, weiterhin jedoch, daß die Höhe des Verlustmaximums, das bei einer Temperatur auftritt, bei der die Ableitungsverluste ganz verschwindend sind, praktisch unabhängig von der Menge der oben als solche definierten Verunreinigungen ist. Außerdem haben wir diese Unabhängigkeit auch an Harzen festgestellt, die größenordnungsmäßig verschiedene Mengen von Verunreinigungen enthielten, indem wir einerseits technisch reine Abietinsäure und anderseits stark oxysäurehaltige Harze untersuchten. Es handelte sich um amerikanische, französische, spanische und deutsche Harze, die in ihrer mengenmäßigen Zusammensetzung aus den verschiedenen Abietinsäuren (α, β, γ) bekanntlich grundverschieden sind. Dennoch zeigte sich bei allen, daß die Fehlwinkelmaxima mit geringer Abweichung bei fast der gleichen Temperatur lagen, und daß sie in ihrem Betrage um nicht mehr als 0,01 bei einem Winkelwert von etwa 0,04 voneinander abwichen. All das spricht dagegen, daß im vorliegenden Fall das Verlustmaximum durch die Verschiedenheit des Leitwertes der verschiedenen Komponenten der Harze (α-, β-, γ-Abietinsäure usw.) verursacht ist. Weiterhin spricht gegen die Annahme, daß es sich hier um einen Verunreinigungseffekt handelt, die Tatsache, daß die Dielektrizitätskonstante nach Erreichen des Maximalwertes wieder abfällt. Gemäß der Wagnerschen Theorie dürfte ein solches Abfallen nicht eintreten bzw. müßte sich in Grenzen halten, die durch die Ausdehnung des Materials bestimmt sind und die weit niedriger liegen als die in vielen Fällen tatsächlich beobachteten Änderungen.

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 26. III. 1931. Besprechung auf S. 1021 dieses Heftes.

Wenden wir uns nun der Abb. 7 zu. Hier ist als Ausgangsmaterial ein sehr hochwertiges Harz, nämlich technisch reine Abietinsäure verwendet. Diese technisch reine Abietinsäure wurde lange Zeit an der Luft erhitzt. Hierbei stellte sich eine starke Änderung der Farbe ein derart, daß das Material mehr und mehr dunkelte, je länger man es erhitzte. Der Chemiker stellte ein sehr starkes Zunehmen der Oxysäurezahl fest, die im Grenzfalle mit etwa 30 ermittelt wurde, d. h. es waren etwa

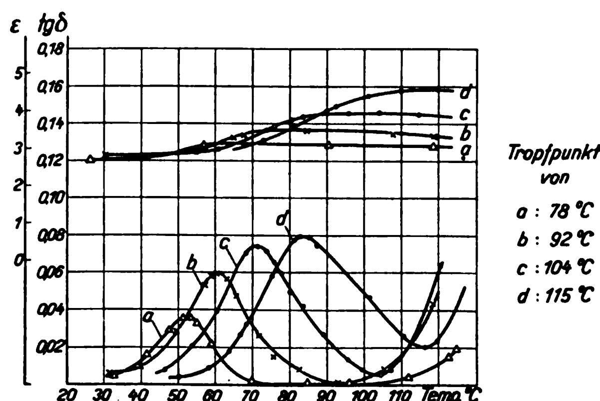


Abb. 7. Fehlwinkel (tg δ) und Diel.-Konstante (ε) eines Harzes im Anlieferungszustand (*a*) sowie nach verschieden langer Oxydation (*b*, *c*, *d*), gemessen bei ω = 314.

3 % der gesamten Materialmenge in Oxysäuren verwandelt. Gleichzeitig mit dieser starken Oxydation ging eine starke Verdickung Hand in Hand, also eine Zunahme der Viskosität. Ob diese Verdickung im wesentlichen auf die Oxydation oder auf eine Polymerisation mit einer hiermit verbundenen Veränderung der Molekülabmessungen oder schließlich auf den Verlust von ätherischen Ölen, wie sie immer in geringen Mengen in Harzen enthalten

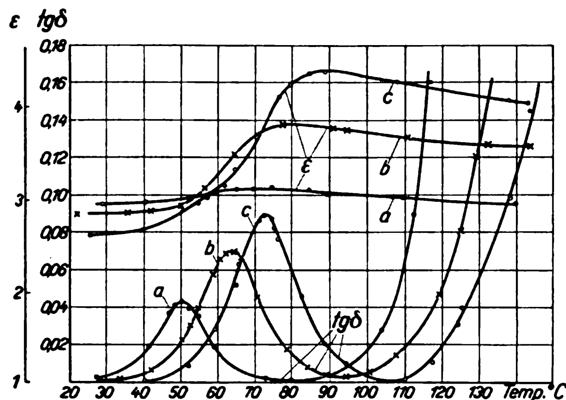


Abb. 8. Fehlwinkel (tgδ) und Diel.-Konstante (ε) von 2 Harzen (*a* u. *c*) und einem Gemisch aus diesen (*b*), gemessen bei ω = 314.

sind, zurückgeführt werden muß, ist noch nicht klargestellt. Wir haben bei der Abbildung die Tropfpunkte der einzelnen Oxydationstufen vermerkt, weil diese einen Anhaltspunkt für die Viskosität darstellen. Wie man sieht, tritt das Verlustmaximum bei um so höherer Temperatur auf, je höher der Tropfpunkt des Materials ist. Der Absolutwert der Verlustmaxima selbst steigt auf annähernd das Zweifache mit fortschreitender Verdickung. Vergleicht man hiermit das Maß, in dem die Oxysäuren zugenommen haben, so ergibt sich, daß hier eine Steigerung auf den hundertfachen Betrag stattgefunden hat, so daß es wiederum unmöglich scheint, zwischen der veränderten Menge der Verunreinigungen als Folge der Oxydation und der Höhe des Verlustmaximums einen Zusammenhang zu konstruieren.

Abb. 8 zeigt uns die Versuche an zwei verschiedenen Harzen; *a* ist ein gewöhnliches Fichtenharz, *c* ist ein Hartharz, und zwar ein Damarharz. *c* hat bei der Messung mit gleicher Periodenzahl sein Maximum bei höherer Temperatur als *a*. *b* ist eine Kurve, die einem Gemisch aus gleichen Teilen von Fichtenharz und Damarharz entspricht. Die Viskosität des Gemisches liegt zwischen derjenigen der beiden Harze. Analog liegt das Maximum zwischen den beiden anderen. Wir sehen also auch hier eine Gruppierung der Maxima entsprechend der Viskosität. Auch auf diesem Bilde ist der sehr ausgeprägte Abfall der Dielektrizitätskonstante nach Überschreiten des Maximums deutlich zu sehen. Gemäß der Wagnerschen Theorie müßte man bei der Mischung von zwei Harzen unter der Voraussetzung, daß bei der Mischung jedes Harz seinen Charakter unverändert beibehält, erwarten, daß zwei Maxima auftreten, nämlich einmal dort, wo das Fichtenharz-Maximum liegt und außerdem dort, wo das Damarharz-Maximum liegt.

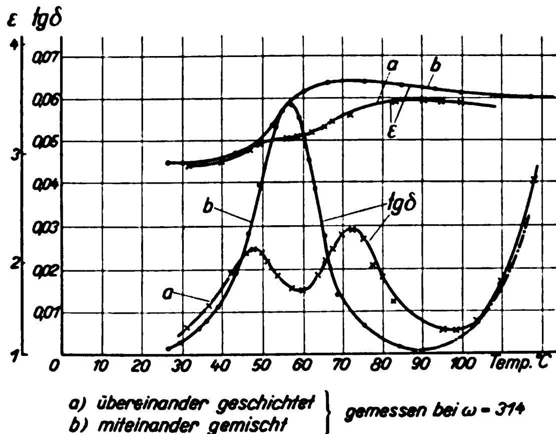


Abb. 9. Fehlwinkel (tg δ) und Diel.-Konstante (ε) einer Kombination aus einem Weichharz und einem Hartharz (übereinander geschichtet). Zum Vergleich hiermit das Gemisch aus beiden (Kurve *b*).

Abb. 9 zeigt, daß an sich zwei Maxima dieser Art auftreten können. Dies ist jedoch nur dann der Fall, wenn man die beiden Stoffe übereinanderschichtet. Mischt man jedoch die Materialien miteinander (es ist dies im vorliegenden Falle unmittelbar in dem Prüfgefäß durch Umrühren geschehen), so mißt man wiederum, wie nach Abb. 8 zu erwarten, eine Kurve mit einem Maximum (bzw. zwei sehr nahe beieinander liegenden Maxima), das offenbar wieder der mittleren Viskosität entspricht.

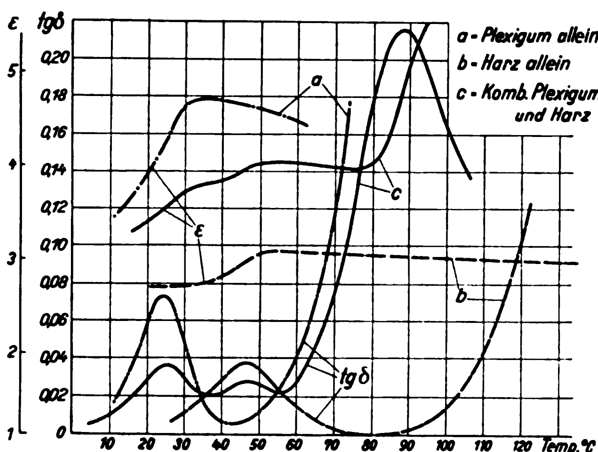


Abb. 10. Fehlwinkel (tg δ) und Diel.-Konstante (ε) der Kombination Plexigum und Harz, gemessen bei ω = 314 (übereinander geschichtet).

Abb. 10 zeigt die Resultate einer anderen Kombination. Es sind hier ein künstlicher Isolierstoff (Plexigum) und ein Harz übereinandergeschichtet. Sowohl der künstliche Isolierstoff als auch das Harz weisen jeder für sich ein Maximum auf (siehe strichpunktierte bzw. punktierte Linien). Bei der Übereinanderschichtung finden sich diese Maxima an den gleichen Stellen wieder. Die rechnerische Kurve, die ja leicht zu ermitteln ist, deckt sich, wie ich nachgeprüft habe, praktisch mit der experimentellen Kurve. Dieses Bild ist besonders interessant, weil hier noch ein drittes Maximum auftritt. Dieses dritte Maximum ist ein typisches Wagner-Maximum, das bei der Temperatur auftritt, bei welcher die eine der beiden Schichten bereits sehr hochleitend geworden ist. Ich erinnere an Abb. 5, wo ich die Kombination Luft mit Plexigum zeigte und wo ebenfalls Wagner-Maxima auftreten. Die Kombination Plexigum—Harz haben wir außerdem mit einer höheren Frequenz, nämlich ω = 5000 Hz, untersucht.

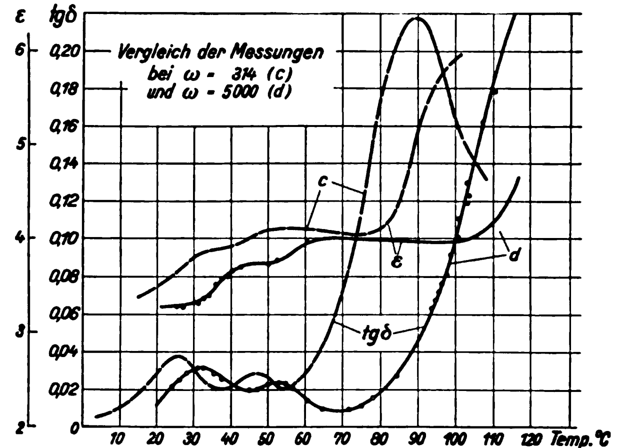


Abb. 11. Fehlwinkel (tg δ) und Diel.-Konstante (ε) der Kombination Plexigum und Harz (übereinander geschichtet) bei ω = 314 u. ω = 5000.

Das Resultat der Untersuchung zeigt die Abb. 11. Die beiden Maxima, die denjenigen der einzelnen Stoffe entsprechen, sind, wie zu erwarten, nach höheren Temperaturen (geringeren Viskositäten) hin verschoben. Im gleichen Sinne ist das Wagner-Maximum nach höherer Temperatur hinaufgerückt, weil es bei der höheren Frequenz naturgemäß erst dort eintreten kann, wo eine entsprechend dem Frequenzverhältnis erhöhte Leitfähigkeit vorliegt.

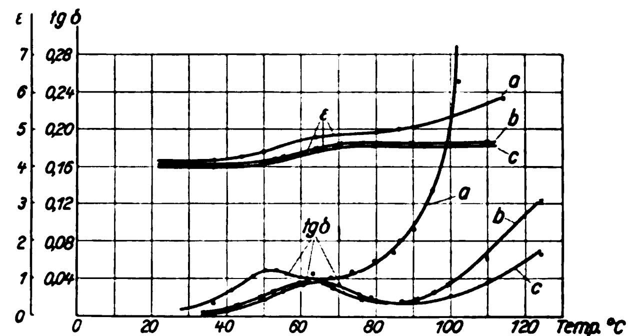


Abb. 12. Fehlwinkel (tg δ) sowie Diel.-Konstante (ε) von Siegellack, gemessen bei ω = 314 (*a*), ω = 5000 (*b*), ω = 10 000 (*c*).

Abb. 12 zeigt Untersuchungen, die mit drei verschiedenen Frequenzen an Siegellack durchgeführt wurden. Bekanntlich besteht ja Siegellack, wenigstens das handelsübliche Material, zu einem gewissen Prozentsatz aus Kolophonium. Aus diesem Grunde findet man in diesen Kurven das dem Kolophonium entsprechende Maximum wieder. Daß die übrigen Bestandteile nicht als besonders rein im chemischen Sinne zu betrachten sind, zeigt der steile Anstieg bei wachsender Temperatur, d. h. bei fallender Viskosität. Der Anstieg ist so ausgesprochen, daß bei der 50 Hz-Messung das Verlustmaximum von wenigen Prozent, das der Gegenwart des Kolophoniums entspricht, nicht besonders deutlich zu erkennen ist. Dafür hebt es sich aber recht gut bei den beiden höheren Frequenzen heraus, weil in der Fehlwinkeldarstellung hier die Leitverluste zurücktreten. Auch hier beobachten Sie wieder, daß die Maxima sich um so mehr nach dem Gebiet niedriger Viskosität verschieben, je höher die Frequenz ist.

In Abb. 13 sind die Resultate von Verlustmessungen an einer Reihe von Mischungen von Öl und Harz wiedergegeben. Diese Untersuchungen habe ich vor längerer Zeit veröffentlicht[4]. Es sei mir erlaubt, hier noch einmal

[4] Kirch u. Riebel, Arch. Elektrotechn. Bd. 24, S. 353 (1930).

darauf zurückzukommen. Ich hatte an der erwähnten Stelle bemerkt, daß eine allerdings etwas gewagte Extrapolation bis zu den Temperaturen, bei denen die Verlustmaxima auftreten, zu praktisch gleichen Viskositäten führt. Da ich nicht die Mittel zur Hand hatte, die Absolutwerte der sehr hohen Viskositäten zu bestimmen, habe ich durch die Eindringtiefe einer Kugel wenigstens die Relativwerte nachgeprüft und festgestellt, daß bei den Temperaturen, bei denen die Maxima auftreten, in gleichen Zeiten mit gleichen Kugeln praktisch die gleiche Eindrucktiefe erzielt wurde. Ich glaube, daß beide Tatsachen gemeinsam, nämlich die Gleichheit der Viskosität und die sehr große Höhe der Viskosität, die durch die Extrapolation angedeutet wird, dafür sprechen, daß man es hier unbedingt mit einem Viskositätseffekt und nicht mit einem Verschmutzungseffekt zu tun hat. Die Maxima sind verhältnismäßig w e i t auseinandergezogen. Ich weise hierauf besonders hin, weil diese Tatsache uns weitere Anhaltspunkte für die oben ausgesprochene Behauptung gibt. Ich erinnere wieder an Abb. 5, die das W a g n e r s c h e Maximum für die Hintereinanderschaltung einer Luftschicht mit einer Plexigumschicht wiedergibt und deutlich zeigt, daß hier die Maxima nur w e n i g gegeneinander verschoben sind. Dies entspricht auch ganz und gar der Nachrechnung, wie man leicht mit ein paar Diagrammen oder analytischer Auswertung nach den Formeln von Wagner nachweisen kann. Handelt es sich

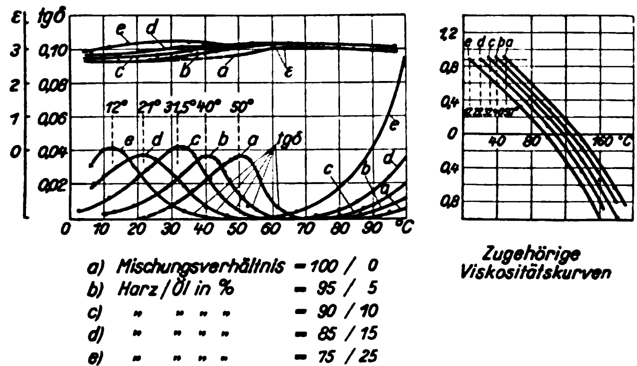


Abb. 13. Fehlwinkel (tg δ) und Diel.-Konstante (ε) von Mischungen aus Transformatorenöl und Harz in Abhängigkeit von der Temperatur bei $\omega = 314$.

um die Hintereinanderschaltung relativ dünner Schichten eines minderwertigen Dielektrikums mit einer dickeren Schicht eines hochwertigen Dielektrikums, so kann man ja auch ohne Rechnung bereits überblicken, daß die Maxima bei praktisch gleicher Temperatur liegen müssen. Auch würde sich im Falle eines Wagner-Effektes eine Änderung der Dielektrizitätskonstante ergeben müssen, die ungefähr p r o p o r t i o n a l der M e n g e des minderwertigeren Anteils des Dielektrikums ist. Analog müßte auch die H ö h e der Maxima ungefähr proportional der Menge des schlechten Dielektrikums sein. Das Harz wäre in diesem Sinne im vorliegenden Falle das m i n d e r w e r t i g e r e Dielektrikum oder, richtiger ausgedrückt, das Dielektrikum, welches eine K o m p o n e n t e mit hoher L e i t f ä h i g k e i t enthält. Wenn hier ein Wagner-Effekt vorliegen würde, so würde das Bild also g a n z a n d e r s aussehen. Wie früher bereits bemerkt, dürfte hieran die Tatsache, daß man es nicht mit einer Schichtung zu tun hat, sondern mit einer beliebigen Verteilung des einen Isolierstoffes in dem anderen, prinzipiell nichts ändern. Nach Wagner ändern sich in einem solchen Fall gegenüber dem Fall der Schichtung ja lediglich die Konstanten der Funktionen für ε und tg δ. Selbst wenn man also die p o s i t i v e n Anhaltspunkte, die durch die Gleichheit der Viskosität gegeben sind, nicht gelten ließe, so sprächen die zuletzt erwähnten Tatsachen doch entschieden gegen die Annahme eines Verschmutzungseffektes.

Ich habe diesen Fall etwas eingehender hier erörtert, weil ich mich mit meiner Ansicht in Widerspruch mit der vielfach geäußerten Auffassung befinde, daß man es auch hier mit einem Verschmutzungseffekt zu tun haben müsse und daß Viskositätseffekte trotz der Gegenwart von Dipolmolekeln (Debye) aller Wahrscheinlichkeit nach nicht in Frage kämen. Es wäre mir sehr interessant, wenn in der Diskussion Material vorgewiesen werden könnte, das diese andere Auffassung belegen kann.

Die bisher untersuchten Stoffe, also Harze, Harzgemische sowie Öl-Harz-Gemische haben bei den Temperaturen, bei denen die Maxima auftreten, ein Merkmal gemeinsam, nämlich daß sie s e h r hoch viskos, klebrig und fadenziehend sind. Alle sind sie Naturprodukte und fast durchweg pflanzlicher Abstammung.

Abb. 14 zeigt Untersuchungen an Plexigum, einem Material, das ich schon früher erwähnte. Dieses Produkt ist ein synthetisches Material, das als Isolierstoff

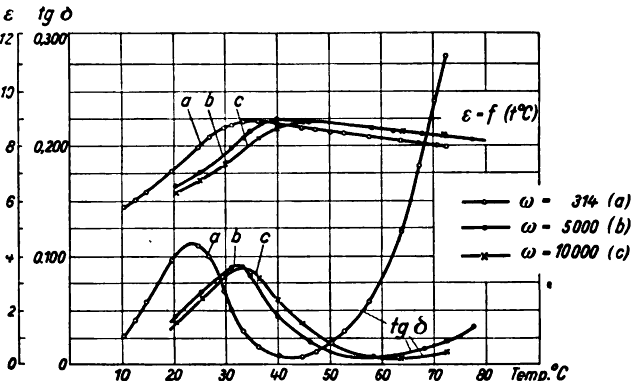


Abb. 14. Fehlwinkel (tg δ) sowie Diel.-Konstante (ε) eines synthetischen Isoliermaterials (Plexigum), gemessen bei $\omega = 314$ (*a*), $\omega = 5000$ (*b*), $\omega = 10\,000$ (*c*).

bisher noch nicht verwendet wurde. (Das Hauptanwendungsgebiet für dieses Material ist zur Zeit wohl die Herstellung nichtsplitternden Glases.) Dieses Material ist nicht im üblichen Sinne eine hochviskose Flüssigkeit, es hat vielmehr eher die Eigenschaften von u n v u l k a n i s i e r t e m Gummi. Man kann es weder lediglich als plastisch noch lediglich als elastisch bezeichnen. Es läßt sich sehr stark dehnen, ohne unmittelbar seine ursprüngliche Gestalt wieder anzunehmen. Wartet man jedoch längere Zeit, so kehrt es fast vollständig in den ursprünglichen Zustand wieder zurück. Auch bei diesem Material zeigen sich Verlustmaxima, die analog den früher gezeigten bei Messung mit verschiedenen Frequenzen gegeneinander verschoben sind. Ich zeige hier nur die Untersuchungen an e i n e r Materialsorte. Wir haben eine Reihe verschiedener Materialsorten untersucht und dabei festgestellt, daß bei Messung mit der gleichen Frequenz das Maximum um so weiter nach niedrigeren Temperaturen verschoben war, je dehnbarer das Material war. Dies deutet an, daß eine gewisse Berechtigung besteht, die Dehnbarkeit in Parallele zu setzen zu der Viskosität bei den früheren Untersuchungen. Man beachte bei diesen Untersuchungen, daß auch hier die Dielektrizitätskonstante nach Überschreiten des Maximums relativ stark abfällt.

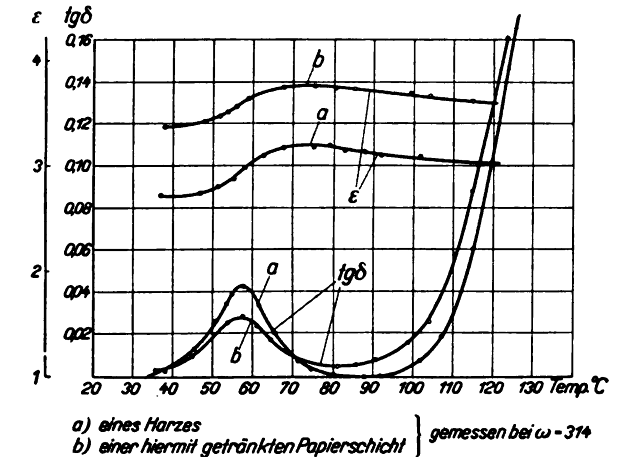


Abb. 15. Fehlwinkel (tg δ) und Diel.-Konstante (ε) eines Harzes und eines harzgetränkten Papiers.

Als letzte Untersuchung möchte ich noch die Resultate eines Mischdielektrikums zeigen, das aus Zellulosefasern und Harz besteht (Abb. 15). Die Verhältnisse sind hier sehr durchsichtig. Bei der gleichen Temperatur, bei der das Harzmaximum auftritt, tritt auch bei dem zusammengesetzten Dielektrikum ein Maximum auf,

Es ist niedriger als das des Harzes allein. Der Unterschied hat zwei Gründe. Der erste ist die Tatsache, daß neben dem Harz in einem nicht unbeträchtlichen Prozentsatz ein Dielektrikum von verschwindend geringen Verlusten (wenigstens bei niedrigen Temperaturen) vorhanden ist, der zweite der Umstand, daß die Zellulosefasern eine erhebliche Erhöhung der resultierenden Dielektrizitätskonstante verursachen, da sie selbst die Dielektrizitätskonstante 6 besitzen im Gegensatz zu der des Harzes, die etwa zwischen 2,7 und 3,1 liegt. Da in der Fehlwinkeldarstellung die an und für sich geringere Verlustleistung somit außerdem auf eine höhere Blindleistung bezogen wird, wird der Fehlwinkel als das Verhältnis aus beiden auch aus diesem Grunde geringer. In gleicher Weise entspricht der schwächere Anstieg der Dielektrizitätskonstante der Tatsache, daß neben dem Harz in dem Gemisch ein anderes Isoliermaterial mit verschwindender Änderung von ε vertreten ist. Es kann nicht bezweifelt werden, daß bei den Gesamtverlusten der Zusammensetzung Zellulose—Harz ein Teil darauf zurückzuführen ist, daß die Leitfähigkeiten von Zellulose und Harz in einem anderen Verhältnis zueinander stehen als ihre Dielektrizitätskonstanten. Aber nach dem hier gezeigten Versuch ist wenigstens im Bereich relativ niederer Temperaturen, in dem das Maximum auftritt, dieser Anteil verschwindend gering. Anders liegen die Verhältnisse bei hohen Temperaturen; hier kann dieser Anteil unter Umständen sehr beträchtlich werden. Aus Gründen, die hier nicht näher erörtert werden können, wird jedoch bei der vorliegenden Zusammensetzung (Papier und Tränkgut) durchweg auch bei höheren Temperaturen zumindest kein ausgesprochenes Maximum durchlaufen.

Nach allem, was hier gezeigt wird, werden die maßgebenden Verlustanteile in hochwertigen Dielektrika (gleichgültig ob einheitliche oder Mischstoffe vorliegen) durchweg offenbar durch die resultierende Leitfähigkeit (Summe der Menge der Verunreinigungen) einerseits und die Dipolverluste anderseits verursacht. Daneben treten u. U. Wagner-Verluste auf Grund der Verschiedenheit des Verhältnisses der Leitfähigkeit und der Dielektrizitätskonstante der Komponenten auf. Diese Verluste sind jedoch bei hochwertigen Stoffen durchweg klein im Vergleich zu den erstgenannten und durchlaufen kein Maximum im Bereich niedriger Temperaturen. Anders liegt es bei Isolierstoffen, die, wie schon früher bemerkt, aus irgendeinem Grunde teilweise aus Materialien, die man nicht als Isolierstoff im eigentlichen Sinne bezeichnen kann, zusammengestellt werden müssen in dem Fall, daß diese Bestandteile in makroskopischer Größe miteinander gemischt sind. So kann man beispielsweise in Preßstoffen, die aus einem Natur- oder Kunstharz hergestellt sind und in reichlichem Maß Füllmittel wie Asbest, Holzmehl usw. enthalten, nachweisen, daß hier ein sehr großer Verlustanteil auf das Konto der Verschiedenheit der Leitfähigkeit und Dielektrizitätskonstante im Wagnerschen Sinne entfällt. Meiner Erfahrung nach stellt man zuweilen bei solchen Dielektrika u. U. auch Maxima bei relativ niedrigen Temperaturen fest. Meist sind diese jedoch sehr verschwommen, weil eine starke Parallelleitfähigkeit das Bild trübt.

Ich würde mich freuen, wenn mein Vortrag dazu beigetragen hätte, Auffassungen, die nach meiner Meinung irrig sind, zu beseitigen, und wenn er von den Herren der technischen Physik als Aufforderung angesehen würde, sich dieses für uns so außerordentlich wichtigen Gebietes mehr als bisher anzunehmen. Die Klärung ist für die Technik von außerordentlicher Bedeutung, da die Ungewißheit, ob ein Debye- oder ein Wagner-Effekt in einem bestimmten Fall vorliegt, jede Weiterentwicklung hemmt. Denn je nach der Natur der Verluste müssen grundverschiedene Maßnahmen zur Beeinflussung der Vorgänge getroffen werden, insofern als bei einem Viskositätseffekt verdünnt oder verdickt, bei einem Verunreinigungseffekt gereinigt werden muß! Es scheint mir besonders wichtig, daß der Physiker mehr als bisher parallel zu den elektrischen Untersuchungen stets optische Untersuchungen vornimmt und hierbei nach dem Beispiel von Kitchin im besonderen den Kerr-Effekt studiert. Auf diese Weise dürfte es dann bald gelingen, auch das, was heute noch umstritten ist, restlos zu klären.

(Die Besprechung des Vortrages folgt auf S. 1021 dieses Heftes.)

Jahresbericht der Abteilung für Elektrotechnik und Funkwesen der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt E. V., Berlin-Adlershof.

Von Prof. Dr. **Heinrich Faßbender**, Berlin.

Übersicht. Im nachfolgenden Bericht* wird ein kurzer Überblick über die Forschungstätigkeit der Abteilung in der Zeit vom 1. IV. 1931 bis 1. IV. 1932 gegeben. Zur weiteren Information wird auf die angeführten Literaturstellen verwiesen.

1. Fernmeldetechnik, insbesondere Flugfunktechnik in ihrer Anwendung auf die Luftfahrt.

Fading-Untersuchungen. Das in einer früheren Arbeit[1] für Fadingausgleich vorgeschlagene Wechseltastsenden mit zwei verschieden polarisierten Sendeantennen wurde im Berichtsjahr einer eingehenden wissenschaftlichen Untersuchung unterzogen, welche die Wirkungsweise des Verfahrens klarstellte und interessante Aufschlüsse über die Vorgänge bei der indirekten Ausbreitung der drahtlosen Wellen erbrachte[2].

Untersuchungen über die Ursachen der Schwunderscheinungen bei kurzen Wellen wurden mit den im vergangenen Jahre entwickelten sowie mit Hilfe weiterer Methoden zunächst auf kurze Entfernungen aufgenommen. Zweck dieser Arbeiten war, eine Klärung der sehr verwickelten Erscheinungen herbeizuführen mit dem Ziele, geeignete Sende-Betriebsarten auszuarbeiten, die insbesondere in der Flugfunktechnik Anwendung finden können.

Einfluß der elfjährigen Sonnentätigkeitsperiode auf die Ausbreitung der drahtlosen Wellen. Ausbreitungsergebnisse, welche von der DVL in den Jahren 1930 und 1931 gelegentlich von Erprobungsflügen auf Kurzwellen erhalten wurden, zeigten Verschiedenheiten gegenüber den Ergebnissen von früheren Ausbreitungsversuchen, welche in den Jahren 1927 und 1928 erhalten wurden. In einer theoretischen Arbeit wurde dieses Verhalten auf den Einfluß der elfjährigen Sonnentätigkeitsperiode zurückgeführt und Anhaltspunkte angegeben, welche bei der Wellenwahl eine ungefähre Berücksichtigung dieses Einflusses erlauben[3].

Drahtlose Nachrichtenübermittlung in den Polargebieten. Das während der Polarfahrt des Luftschiffes „Graf Zeppelin" im Sommer 1931 festgestellte Versagen der Funkverbindung über längere Zeit gab den Anlaß zu einer Untersuchung über die Sonderheiten des Funkverkehrs in den Polargebieten. Hierbei ergab sich, daß das Abreißen der Kurzwellen-Verbindung in erster Linie auf die Sonnentätigkeit zurückzuführen sein dürfte, deren Einfluß in der Umgebung der magnetischen Erdpole besonders stark ist.

Abhängigkeit der Feldstärke von der Flughöhe und der Tageszeit im Grenzwellenbereich. Es zeigte sich, daß die Ausbreitungsdämpfung stark von der Flughöhe des sendenden Flugzeuges abhängt[4].

Kurzwellengeräte für die Strecke Cadiz—Las Palmas. Es wurden in gemeinsamer Entwicklungsarbeit mit der Zentralstelle für Flugsicherung, der Deutschen Luft Hansa AG. und der Funkindustrie

---

* Der vollständige Jahresbericht erscheint im Verlag R. Oldenbourg, München, und kann durch den Buchhandel bezogen werden. — Die früheren Jahresberichte wurden in der ETZ 1930, S. 1525 und 1931, S. 1026 besprochen.

[1] DVL-Bericht Lf 79/1. K. Krüger und H. Plendl, Untersuchungen über Schwunderscheinungen bei kurzen Wellen.

[2] K. Krüger und H. Plendl, Untersuchungen über Polarisationsfadings. 255. DVL-Bericht. Vortrag, gehalten am 17. IX. 1931 auf dem Deutschen Physikertag in Bad Elster 1931. Z. techn. Physik Bd. 12, S. 673 (1931) und DVL-Jahrbuch 1932, S. VII 25 ... 30.

[3] H. Plendl, Über den Einfluß der elfjährigen Sonnentätigkeitsperiode auf die Ausbreitung der Wellen in der drahtlosen Telegraphie. 246. DVL-Bericht. Z. Hochfrequenztechn. Bd. 38, S. 89 (1931). H. Plendl, Concerning the influence of the eleven-year solar activity period upon the propagation of waves in wireless telegraphy. Proc. Inst. Radio Engr. Bd. 20, S. 520 (1932).

[4] DVL-Bericht Lf 77/1—3, Lf 78/1. G. Sudeck, Untersuchung der Ausbreitungsdämpfung über Land mit Reichweitenberechnung sowie Abhängigkeit der Feldstärke von der Flughöhe und der Tageszeit im Grenzwellenbereich.

(C. Lorenz AG. und Telefunken G. m. b. H.) zwei Kurzwellen-Bordstationen für Langstreckenverkehr geschaffen. Beide Anlagen wurden zunächst von der DVL im Laboratorium und im Fluge erprobt und hierauf im Streckenverkehr der Deutschen Luft Hansa AG. auf der Südflugstrecke (Cadiz—Las Palmas—Gambia-Bucht) eingesetzt. Die DVL beteiligte sich auch während der Streckenflüge an der Erprobung durch Einsatz ihrer Adlershofer Kurzwellen-Sende- und -Empfangsanlage zu Versuchsverkehr.

Es zeigte sich, daß die Bordanlagen einen Verkehr von befriedigender Regelmäßigkeit auch für die größeren Entfernungen (bis zu etwa 5000 km) ermöglichen.

Stabile und labile Schwingungen eines Zweikreis-Röhrengenerators bei überkritischer Kopplung. Die experimentelle Beobachtung, daß quarzgesteuerte Zweikreis-Sender bei entsprechender Abstimmung mit jeder der drei möglichen Frequenzen stabil schwingen und die bekannten Zieherscheinungen nicht zeigen, führte zu der Aufgabe, die Stabilität und Labilität von Schwingungen eines Zweikreis-Röhrengenerators theoretisch allgemein zu klären[5]. Es wurden die allgemeinen Stabilitätskriterien aufgestellt, an Hand derer die beobachteten Erscheinungen erklärt werden konnten. Darüber hinaus ließen sich Angaben über Schaltungen ohne Verwendung eines Quarzkristalles machen, die ein ähnliches Verhalten wie quarzgesteuerte Sender bei überkritischer Kopplung aufweisen müssen.

Entwicklung eines Kurzwellen-Empfängers mit Tastgerät[6]. Die im vorigen Jahre begonnenen Untersuchungen über tongetastete Empfänger wurden fortgesetzt und dem Abschluß zugeführt. Frequenzschwankungen des Senders oder des im Empfänger enthaltenen Überlagerers sind ohne Einfluß auf den Empfang, sofern sie etwa ± 4000 Hz nicht überschreiten. Auch Amplitudenschwankungen (z. B. Schwunderscheinungen) werden in gewissen Grenzen ausgeglichen.

Das Rauschen von Empfängern. Einen nicht unbeträchtlichen Anteil an dem beim Empfang im Flugzeug vorhandenen hohen Störspiegel hat das Empfängerrauschen, so daß dessen Herabsetzung wünschenswert ist[7]. Es ergab sich, daß durch Beachtung gewisser Gesichtspunkte beim Aufbau von Empfängern und durch Auswahl günstiger Röhren das Rauschen auf das geringst mögliche Maß herabgesetzt werden kann.

2. Navigation mittels elektrischer Verfahren.

Fehlweisungen durch „Nacht- und Dämmerungseffekt“. Zur Untersuchung der Fehlpeilungen während der Dämmerung und der Nacht wurden orthodromische Peilungen des DVL-Senders Adlershof im Azimut Adlershof—Dresden ausgeführt. Es ergab sich eine Abhängigkeit des Auswanderungswinkels von der Peilentfernung, der für Entfernungen über 80 km beträchtliche Werte annahm. Ein halbwegs zwischen Dresden und Adlershof gelegener Peiler (Drehrahmensystem) zeigte größere Auswanderungen für den nördlich gelegenen Sender als für den südlich gelegenen. Hinsichtlich des Nachteffektes konnte am Peiler Dresden eine Versuchsreihe aufgenommen werden, derzufolge während der ganzen Nacht die Peilstrahlwanderungen mit großen Werten auftraten. Auch Beobachtungen des Richtstrahles der Eberswalder Richtfunkbake (Versuchstation der C. Lorenz AG.) zeigten, daß der nach dem Amplitudenverfahren erzeugte Richtstrahl während der Dämmerung auswanderte.

Untersuchung der veränderlichen Funkbeschickung ortsfester Peilstellen. Die Funkbeschickungen ortsfester Peilstationen des Binnenlandes sind um meist kleine Werte zeitlichen Änderungen unterworfen. Im Flugsicherungsdienst traten in Erfurt und Dresden größere Unregelmäßigkeiten in der Funkbeschickung auf, die Anlaß zu einer genaueren Untersuchung des veränderlichen Anteiles der Funkbeschickung gaben. Für den ortsveränderlichen Flugzeugsender wurde — in Übereinstimmung mit früheren Messungen am Bodensender — festgestellt, daß orthodromisch liegende Flugzeugstandorte gleichen Azimutes unterschiedliche Peilungen ergaben. Die Fehler sind von den physikalischen Verhältnissen des Peilortes abhängig. Einen wesentlichen Einfluß auf die Fehlweisung bedeutet die Frequenzabhängigkeit der Funkbeschickung. Weitere Untersuchungen über diese Erscheinungen sind im Gang.

Untersuchungen über Mischpeilung. Gemeinsam mit der C. Lorenz AG. wurden Untersuchungen an Leitstrahlsendungen ausgeführt, die nach dem Amplitudenverfahren erfolgten. Der Leitstrahl wurde teils im Gelände mittels einer Kraftwagen-Empfangstation vermessen, teils mit dem Flugzeug ausgeflogen. Der Einfluß der Form der Empfangsantenne auf die Anzeige wurde untersucht. In letzterer Zeit wurde von der subjektiven akustischen Anzeige auf die objektive optische übergegangen, wobei die ersten kürzlich ausgeführten Versuchsflüge die grundsätzliche Eignung des neuartigen Kramarschen Verfahrens ergaben. Der Ausbau dieses Leitstrahlverfahrens wird fortgeführt.

3. Nebellandung mittels elektrischer Verfahren.

Ausbau des Gleitwegverfahrens für Blindlandungen[8, 9]. Im Anschluß an Arbeiten des Vorjahres wurden die Ultrakurzwellen für Flugzeug-Navigationszwecke herangezogen. Aufbauend auf aussichtsreiche Versuche des Bureau of Standards (V. S. Amerika) wurde ein Richtsendesystem für 4,7 m Wellenlänge mit horizontal polarisierter Abstrahlung der Welle auf dem Flugplatz Adlershof errichtet. Es wurde für die Fluguntersuchungen sowohl ein Ganzmetallflugzeug (Junkers F 13) als auch ein Flugzeug gemischter Bauart (Focke-Wulf, Bussard) verwendet. Die Versuche haben die grundsätzliche Brauchbarkeit des Gleitwegverfahrens ergeben, welches bekanntlich darin besteht, daß das Flugzeug auf einer Kurve konstanter Feldstärke gesteuert wird.

4. Elektrische Bordgeräte. Elektrische Triebwerksausrüstung.

Entwicklung eines relativen Höhenmessers. Die Entwicklung eines relativen Höhenmessers, die von den Firmen Siemens & Halske AG. und der Askania-Werke AG. ausgeführt wird, wurde laufend verfolgt und durch Versuche im Laboratorium und im Flugzeug bei der DVL gefördert.

Untersuchungen an Zündern.

Untersuchung von Höhenkerzen auf ihre Festigkeit gegen Außenüberschläge[10]. Für den Motor des bei den Junkers Flugzeugwerken im Bau befindlichen Stratosphären-Flugzeuges sind Zündkerzen erforderlich, die in den großen Höhen noch einwandfrei arbeiten, die also in stark verdünnter Luft nicht außen überschlagen. Ein in Deutschland und ein in den V. S. Amerika bereits entwickeltes Zündkerzenmuster für größere Höhen wurden in der Unterdruckkammer ganz allgemein daraufhin untersucht, bis zu welchen Höhen sie bei beliebigen Temperaturen und Verdichtungsverhältnissen des Motors verwendbar sind.

Untersuchungen über Batteriezündungen[11]. Es gibt auch in der Luftfahrt Fälle, wo die günstigen Eigenschaften der Batteriezündung Vorteile bieten, z. B. die einwandfreie Zündung beim Gleitflug und stark gedrosseltem Motor und die niedrige Leerlaufdrehzahl von Wasserflugzeug-Motoren. Diesen Vorteilen steht als Nachteil die geringere Sicherheit der Batteriezündung gegenüber. Um festzustellen, wie weit die Betriebsicherheit einer Batteriezündung geht, wurde auf dem Motoren-Prüfstand eine Batteriezündung der Firma Bosch in einem besonders schwierigen Fall (gegen Funkstörungen abgeschirmte Zündanlage) untersucht und ihre Sicherheit in dem für Flugmotoren üblichen Drehzahlbereich für ausreichend befunden.

---

[5] P. von Handel, Stabile und labile Schwingungen eines Zweikreis-Röhrengenerators bei überkritischer Kopplung. 257. DVL-Bericht. Z. Hochfrequenztechn. Bd. 38, S. 129 (1931) und DVL-Jahrbuch 1932, S. VII 1 ... 8.

[6] DVL-Bericht Lf 81/2. K. Krüger, Entwicklung eines Empfänger-Zusatzgerätes für Tontastung.

[7] DVL-Bericht Lf 93/3. W. Brintzinger und H. Viehmann, Das Rauschen von Empfängern. — W. Brintzinger und H. Viehmann. Das Rauschen von Empfängern. 282. DVL-Bericht. Z. Hochfrequenztechn. Bd. 39, S. 199 (1932) und DVL-Jahrbuch 1932, S. VII 65 ... 73.

[8] M. H. Gloeckner, Verfahren zur Erleichterung von Blindlandungen. 284. DVL-Bericht. Z. Flugtechn. Motorluftsch. Bd. 23, S. 347 (1932) und DVL-Jahrbuch 1932, S. VII 49 ... 57.

[9] DVL-Bericht Lf 86/1. H. Gromoll und H. Johannson, Über ein Verfahren zur Erleichterung der Nebellandung auf vorbereiteten Plätzen. Gekürzt veröffentlicht: H. Gromoll, Über ein elektrisches Verfahren für Flugplatzbegrenzungen zur Erleichterung von Blindlandungen. 303. DVL-Bericht. Z. Hochfrequenztechn. Bd. 40, S. 41 (1932).

[10] DVL-Bericht Lf 113/1. H. Viehmann, Prüfung der Champion-Höhenkerze auf ihre Festigkeit gegen Außenüberschläge. 1. Bericht. — DVL-Bericht Lf 113/1. H. Viehmann, Prüfung von Höhenkerzen auf ihre Festigkeit gegen Außenüberschläge. 2. Bericht. — W. Brintzinger und Br. Bruckmann, Elektrische Triebwerkausrüstung für Luftfahrzeuge. 291. DVL-Bericht. Z. Flugtechn. Motorluftsch. (im Druck) und DVL-Jahrbuch 1932, S. VII 75 ... 84.

[11] DVL-Bericht Lf 94/1. W. Brintzinger und H. Viehmann, Untersuchungen über Batteriezündungen. I. Teilbericht: Untersuchung einer Batteriezündanlage der Robert Bosch AG. auf dem Motorprüfstand.

5. Elektroakustische Untersuchungen.

Frequenzanalyse von Flugzeuggeräuschen. Die im Vorjahr begonnenen Untersuchungen des Flugzeug- und Motorprüfstand-Geräusches wurden zu einem vorläufigen Abschluß gebracht[12]. Mittels des Suchtonverfahrens nach Grützmacher wurden Geräuschanalysen durchgeführt, wobei als Analysator eine neue Gleichrichterbrücke angewandt wurde.

Entwicklung eines Audimeters. Zur Messung von Geräuschen wurde ein Gerät entwickelt (Audimeter), das auf dem Überdeckungseffekt beruht. Es soll die Lücke ausfüllen zwischen dem Geräuschmesser von Barkhausen[13], der auf einfachste Weise allerdings nur grobe Ergebnisse liefert, und den Verfahren mit Suchton[14], die eine vollkommene Geräuschanalyse ergeben, aber einen großen Aufwand benötigen. Das Audimeter ist im wesentlichen ein Tonfrequenzgenerator mit stetig veränderlicher Frequenz (100 ... 7750 Hz), der mit einem geeichten Spannungsteiler verbunden ist. Mit ihm wird über den ganzen Tonfrequenzbereich festgestellt, um das Wievielfache man einen Ton über seinen Schwellwert hinaus verstärken muß, damit er bei Anwesenheit eines Geräusches wieder hörbar wird.

Das Audimeter findet Verwendung zur Bestimmung des Geräusches von Flugzeugen usw., zur Bestimmung der Wirksamkeit von Lärmschutzmitteln, zur Untersuchung von Hörkappen und zur Messung der Geräuschcharakteristik von Empfängern.

[12] F. Eisner, H. Rehm und H. Schuchmann, Frequenzanalyse von Flugzeuggeräuschen. Gemeinsame Mitteilung der DVL und der Siemens & Halske AG. Elektr. Nachr.-Techn. (im Druck) und DVL-Jahrbuch 1932, S. VII 85 ... 94.

[13] Barkhausen, Ein neuer Schallmesser für die Praxis. Z. techn. Physik Bd. 7, S. 599 (1926).

[14] Grützmacher, Eine neue Methode der Klanganalyse. Z. techn. Physik Bd. 8, S. 506 (1927).

6. Untersuchungen allgemein elektrotechnischer Art.

Versuche an Zündkabelmustern zwecks Prüfbestimmungen. Die im letzten Berichtsjahr schon erwähnten Entwicklungsarbeiten zur Schaffung neuer Zündleitungsmuster bei der deutschen Industrie ergaben eine Reihe von Probeausführungen, welche eingehend untersucht wurden, um festzustellen, welche Ansprüche technisch überhaupt gestellt werden können und in welcher Weise Prüfungen derartiger Leitungen vorgenommen werden sollen.

Messungen an Verbrennungsmotoren.

Messung der indizierten Leistung. Das im vorjährigen Tätigkeitsbericht erwähnte Verfahren für die direkte Messung der indizierten Leistung von Kolbenmaschinen wurde im Berichtsjahr zunächst in einem zweizylindrigen schnellaufenden Luftkompressor angewendet. Das Verfahren verwendet einen druckgesteuerten Kondensator, der bei der DVL zur Aufnahme von Indikatordiagrammen entwickelt[15] wurde.

Glimmlampen-Indikator. Zusammen mit der Motorenabteilung der DVL wurde an der Entwicklung eines Indikators gearbeitet, der besonders zum Indizieren von Dieselmotoren Verwendung finden soll. Er arbeitet mit Kontaktmembran und helligkeitsgesteuerter Glimmlampe, die das Diagramm auf lichtempfindlichem Registrierpapier aufzeichnet.

[15] K. Schnauffer, Aufzeichnung rasch verlaufender Druckvorgänge mittels des Verfahrens der halben Resonanzkurve. 162. DVL-Bericht. Luftf.-Forschg. Bd. 6, S. 126 (1930) und DVL-Jahrbuch 1930, S. 304 ... 314.

Das Laboratorium der Städt. Elektrizitätswerke München und das Elektrische Prüfamt 3.

Von **C. Paulus**, München.

(Schluß von S. 980.)

Im Maschinenraum (1. Stock) ist die gesamte Stromerzeugung für die Eichanlage mit den bereits genannten Ausnahmen untergebracht (Abb. 4). An Maschinen sind vorhanden: 4 Gleichstrom-Drehstrom-Doppel-Eichumformer für die Speisung von Wechsel- und Drehstromzähler-Prüfeinrichtungen. Von jedem der 4 Sätze speist jeweils ein Erzeuger mit 3 kVA Leistung den Stromkreis und der andere mit 1,4 kVA den Spannungskreis. Mit Rücksicht auf die Forderung, daß die Drehstrom-Eichstände auch vom Netz gespeist werden können sollen, wozu ohnehin ein Phasenschieber erforderlich ist, wurde auf die Ständerverdrehung des Strom- oder Spannungserzeugers verzichtet. Die Antriebsmotoren können wahlweise von der Leistungsbatterie oder vom Gleichstromnetz gespeist werden. Die Regelung der Frequenz und Spannung wird von den Eichständen aus vorgenommen. Eine weitere Gleichstrom-Drehstrom-Doppel-Eichmaschine größerer Leistung (jeder Stromerzeuger 7,3 kVA) findet für Sonderarbeiten Verwendung. Sie versorgt eine Drehstromzähler-Prüfeinrichtung für 300 A, die auch zur Eichung von Zählern für 16⅔ Hz verwendet werden kann. Ferner wird die Maschine zur Prüfung von Meßwandlern benutzt und kann deshalb auch vom Meßwandlerraum aus gesteuert werden. An sonstigen Maschinen sind noch zu erwähnen: der Lademaschinensatz von 2 · 2,5 kW für die Spannungsbatterie, je ein Drehstrom-Gleichstrom-Umformer von 3,2 kW für eine der Dauerprüfeinrichtungen von Gleichstromzählern und für die Prüftafel von Elektrolytzählern.



Abb. 4. Maschinenraum.

Für Gleichstromzähler stehen insgesamt 20 Eichstände verschiedener Stromstärken von 30 ... 600 A zur Verfügung für gleichzeitige Behandlung von je 10 Zählern. Eine Teilansicht des Eichraumes für Gleichstromzähler gibt Abb. 5 wieder. Die einzelnen Stände (Ausführung S & H) sind an den Hauptverteiler angeschlossen und besitzen Strom- und Spannungsregler sowie festverlegte Meßschaltungen. Die Vergleichsmeßgeräte (Fein-Strom- und Spannungsmesser) werden zwangläufig geschaltet, so daß Beschädigungen der Meßwerke und fehlerhafte Messungen, soweit überhaupt möglich, ausgeschlossen sind. Außerdem sind in jeder Einrichtung Zusatzschaltungen untergebracht, die eine Überprüfung der Feinmeßgeräte mit der noch zu beschreibenden Kompensationsanlage gestatten. Nach beendeter Einzeleichung wird die Isolationsprüfung des Zählers mit Hochspannung vorgenommen. Hierzu findet ein Prüfpult Verwendung, das mit Sicherheitseinrichtungen ausgerüstet ist und dadurch eine völlig gefahrlose Bedienung gewährleistet.

Zur Dauerprüfung von Zählern sind drei Tafeln aufgestellt; sie sind an das Gleichstromnetz angeschlos-

sen und für Stromstärken bis 15 A und gleichzeitige Beobachtung von je 86 Zählern ausgebaut. Eine der Dauerprüfeinrichtungen kann durch einfache Umschaltung auch an das Drehstromnetz gelegt und dann für Wechsel- und Drehstromzähler bei Belastungen bis 15 A und beliebigem Leistungsfaktor verwendet werden.

Die Gewähr für richtiges Anzeigen der Zähler erfordert nun nicht allein deren Nacheichung, sondern es müssen auch die hierfür benutzten Vergleichsmeßgeräte genau richtig zeigen. Zur einwandfreien Nachprüfung dieser Geräte dient eine im Gleichstrom-Eichraum aufgestellte Kompensationsanlage (S & H) (Abb. 6). Sie besteht in der Hauptsache aus einem Meßtisch mit Kompensationsgerät nach Raps, ferner einem Hilfskompensator, einer Meßbrücke und den erforderlichen Schalteinrichtungen. Als Nullausschlagsgerät wird für den Hauptkompensator oder die Meßbrücke ein Spiegelgalvanometer, für den Hilfskompensator ein Zeigergalvanometer benutzt. In einem Zusatztisch sind die Regelvorrichtungen für Strom und Spannung sowie die Anschlüsse für die zu prüfenden Meßgeräte untergebracht. Von jedem Gleichstrom-Prüfstand führen je zwei Meßleitungen zu einem Verteilertisch an der Kompensationsanlage. Mit Hilfe zweier Stecker kann jedes von den 22 Meßleitungspaaren auf den Kompensator geschaltet werden. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, die für die Eichung benutzten Feinmeßgeräte rasch und genau mit dem Kompensator nachzuprüfen, ohne sie vom Eichstand zu entfernen.

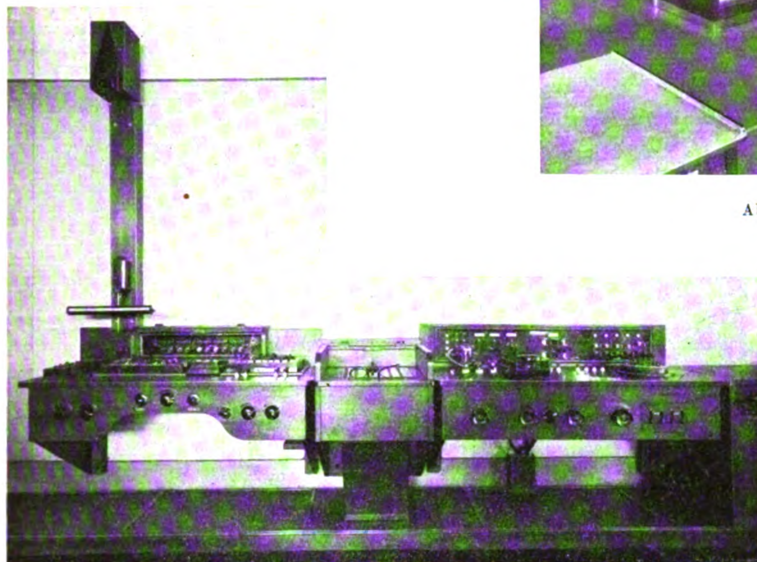


Abb. 6. Kompensationsanlage im Gleichstrom-Eichraum.

Der ebenfalls im 2. Stock gelegene Wechselstrom-Eichraum ist mit 5 Prüfeinrichtungen für je 10 ... 12 Zähler ausgerüstet; im Gegensatz zu den Gleichstrom-Eichständen, die als freistehende Wandtafeln gebaut sind, wurde hierfür die Pultform in erstmaliger Ausführung von Siemens & Halske gewählt; eine Ansicht hiervon zeigt Abb. 7. Jeder einzelne Eichstand kann sowohl vom Netz als auch von einem Eichumformer gespeist werden; er besitzt hierzu an beiden Enden Schalttische, von denen der eine die Bedienungselemente für den Eichumformer enthält, während der andere für die Regelung der Eichspannungen und Ströme vorgesehen ist. Die Bedienung auch der dreiphasigen Einrichtungen ist einfach, da die Schaltorgane übersichtlich angeordnet sind und sämtliche Schaltungen zwangläufig erfolgen. Die Feinleistungsmesser sind versenkt eingebaut; sie können bei den Eichtafeln für Drehstromzähler sowohl zur Wirk- als auch zur Blindleistungsmessung benutzt werden. Irgendwelche Leitungsänderungen sind dabei nicht erforderlich. Zwei der vorhandenen Eichstände sind mit dreiphasigem Strom- und Spannungskreis für 100 und 300 A bzw. bis 600 V ausgebaut. Die beiden anderen haben nur einphasigen Stromkreis, weil sie zumeist für die Nacheichung von Wechselstromzählern verwendet werden. Im übrigen sind sie aber so ausgestattet, daß nötigenfalls auch Drehstromzähler damit geprüft werden können, wobei jedoch die einzelnen Meßwerke nacheinander zu behandeln sind.

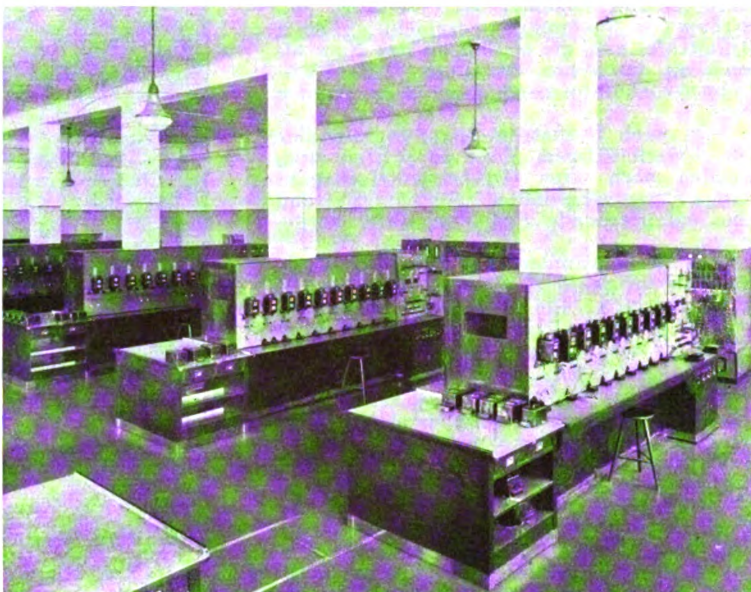


Abb. 5. Eichraum für Gleichstromzähler.

Eine weitere Eicheinrichtung stellt eine neuartige Ausführung der AEG dar, gleichfalls in Pultform für Netzanschluß 3 · 380 V (Abb. 8). Sie ist dreiphasig ausgerüstet für Stromstärken bis 100 A und Spannungen bis 500 V, zu Prüfungen von Wechsel- und Drehstromzählern und für Wirk- und Blindleistungsmessungen verwendbar. Ein besonderer Tisch ist auf Schienen längs dieses Eichpultes verschiebbar, so daß die Meßgeräte von Zähler zu Zähler mitgeführt werden können; in ähnlicher Weise ist auch der Bedienungssitz beweglich. — Die Isolations- und Dauerprüfung erfolgt bei den Wechselstromzählern in gleicher Weise wie bei jenen für Gleichstrom.

Bei Großabnehmern werden häufig Meßsätze verwendet, die aus mehreren Zählern in Verbindung mit Strom- und Spannungswandlern bestehen. Die Prüfung der Meßwandler auf Strom- und Spannungsfehler sowie auf Winkelabweichung vor ihrem Einbau geschieht nach dem in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt von Sche-

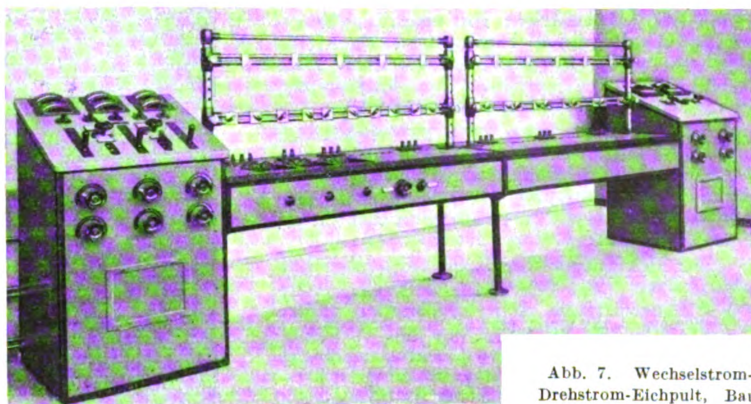


Abb. 7. Wechselstrom-Drehstrom-Eichpult, Bauart S & H.

ring und Alberti ausgebildeten Kompensationsverfahren. Die Normalwandler und die zu prüfenden Wandler werden zur Verhütung der Berührungsgefahr in einem abgesonderten Raum (Abb. 9) aufgestellt und mit den Meßleitungen verbunden. Die Prüfungen können mit Stromstärken bis 1000 A und Spannungen bis zu 100 000 V ausgeführt werden. Die Regelung und Messung der Ströme und Spannungen geschieht von einer Schalttafel aus, die sowohl an das Netz als auch an den schon erwähnten 2 · 7,3 kVA-Doppel-Eichumformer angeschlossen werden kann.

Da auch Drehstrom-Spannungswandler mit dreischenkligem Kern zu prüfen sind, wurden noch eine Drehstrom-Hochspannungs-Erzeugungsanlage für 3 · 5 kV und eine entsprechende Bedienungstafel vorgesehen.

Zu Stromwandlermessungen dienen als Normale luftgekühlte Normwiderstände für 1, 10 und 30 A. Bei höheren Stromstärken bis 1000 A werden Zweistufen-Wandler nach Brooks als Normale benutzt, welche die gleiche Genauigkeit verbürgen wie induktionsfreie Widerstände.

Für Spannungsmessungen stehen Normalspannungswandler von 1, 5, 10, 25 und 50 kV auf 100 V zur Verfügung. Die Abnahmeseiten der zu prüfenden sowie der Normalwandler stehen über festverlegte Meßleitungen mit einem Meßtisch in Verbindung.

In dem vorstehend geschilderten Meßwandler-Prüfraum fand noch eine historische Zählersammlung Platz.

Für die Ausführung von Lichtmessungen wird ein Raum mit dunkelbraunen Wänden im 2. Obergeschoß benutzt (Abb. 10). Eine Verteilertafel ermöglicht darin die Schaltung jeder Batterie- oder Netzspannung an die einzelnen Meßeinrichtungen. Vom Drehstromnetz ist eine Phase über einen selbsttätigen Regler, Bauart Koch & Sterzel, geführt, der die Wechselspannung auf etwa 0,5 % der Nennspannung konstant hält und eine Stromentnahme bis zu 40 A für Dauerprüfungen von Glühlampen zuläßt. Außer einem Ulbrichtschen Kugelphotometer mit 1,5 m Dmr., das wegen des raschen Meßvorganges und wegen des großen Verwendungsbereiches von 5 ... 7500 HK_0 hauptsächlich benutzt wird, sind noch zwei Lichtmeßbänke in offener bzw. geschlossener Bauart aufgestellt (Schmidt & Haensch bzw. S. & H).

Für Lichtmessungen auf Straßen, Plätzen u. dgl. stehen tragbare Einrichtungen zur Verfügung, u. zw. ein Milchglasphotometer nach Weber, ein Beleuchtungsmesser nach Martens und ein Sektorenphotometer von Schmidt & Haensch. Zum Vergleich der Lichtstärken von zwei Lichtquellen innerhalb eines bestimmten Spektralbereichs wird ein Sonderphotometer nach König in der verbesserten Ausführung von Mertens & Grünbaum verwendet.

Eine weitere Anordnung zur objektiven Lichtmessung mit Sperrschicht-Photozelle wird neuerdings wegen ihrer Handlichkeit und der Ausschaltung des persönlichen Beobachtungsfehlers für Prüfungen von Lichtquellen benutzt.

Zur Vornahme von Dauerversuchen mit Glühlampen sind feuersichere Traggestelle mit 4 Stromkreisen zu je 15 Lampen eingerichtet, die vom Verteiler aus mit verschiedenen Stromarten und Spannungen beschickt werden können.

Als Grundnormale für alle Lichtmessungen werden mehrere Hefnerlampen verwendet, die von der PTR geprüft sind.

In einem anderen Raum des zweiten Obergeschosses hat eine Vorführungstafel für die bei den Münchener Elektrizitätswerken gebräuchlichen Preissätze Platz gefunden. In übersichtlicher Form sind die dazu



Abb. 8. Wechsel- und Drehstrom-Prüfpult, Bauart AEG.

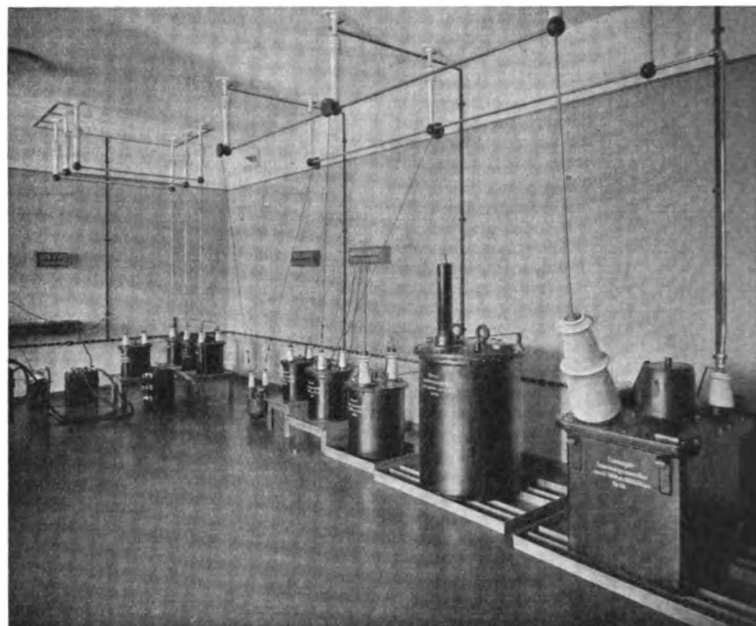


Abb. 9. Normal-Meßwandler-Raum.

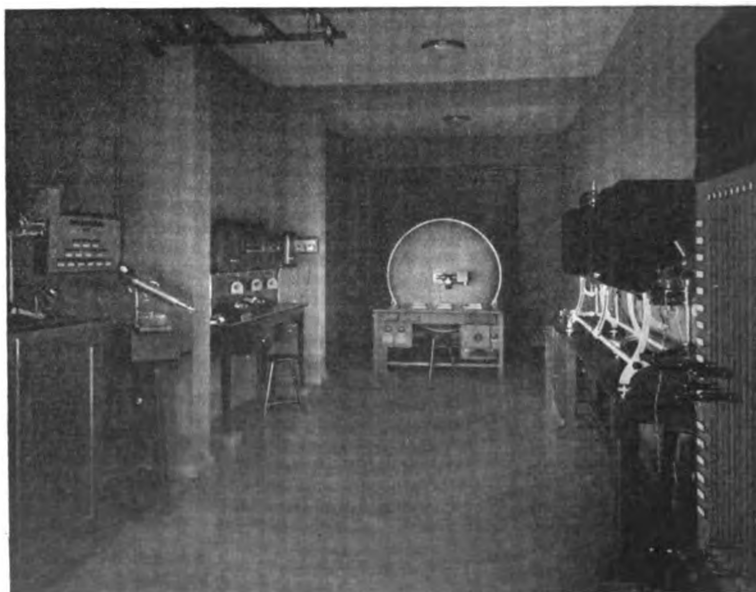


Abb. 10. Lichtmeßraum.

verwendeten Tarifmeßgeräte so angeordnet, wie sie in den Anlagen zur Aufstellung kommen.

Wie die vorstehende Beschreibung der technischen Einrichtungen erkennen läßt, ist die jetzige Anlage des Laboratoriums der Städtischen Elektrizitätswerke München und des Elektrischen Prüfamtes 3 den Fortschritten auf dem Gebiet des Meß- und Prüfwesens weitgehend angepaßt. Dadurch ist ein Grundsatz befolgt, den Direktor Dr. Passavant bei einem Vortrag auf der Jahresversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke im Jahre 1927 ausgesprochen hat: „Die Zuverlässigkeit der Zähler und das Vertrauen der Abnehmer in deren Zuverlässigkeit gehören mit zu den Grundpfosten der Elektrizitätsversorgung."

RUNDSCHAU.

Apparate.

Hebelumschalter für die Gruppenladung der Sammlerbatterien. — Die Gruppenladung der Sammlerbatterien läßt sich mit zwei normalen dreipoligen Hebelumschaltern durchführen, wie Prof. Ing. R. Edler zuerst gezeigt hat[1]; dabei ist die Teilung in drei Gruppen

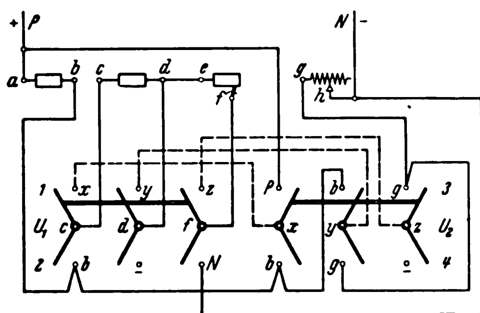


Abb. 1.

und die Ladung in zwei Zeitabschnitten nach dem Verfahren von Micka zugrunde gelegt. Da diese Schaltungsanordnungen anscheinend nicht ganz richtig beurteilt wurden[2], so hat derselbe Verfasser zwei Lösungen dieser Aufgabe mit Hilfe der Schaltlehre[3] ausführlich entwickelt und dadurch nachgewiesen, daß beide Lösungen in zuverlässiger Weise einen einwandfreien Betrieb ermöglichen, und daß dabei nur die richtigen Verbindungen, niemals aber Fehlschaltungen entstehen können.

Abb. 2.

In der ersten Lösung (Abb. 1) kommen zwei dreipolige Hebelumschalter U_1 und U_2 zur Verwendung; der Betrieb wickelt sich nach dem folgenden Programm ab, wobei die Hebelstellungen durch die Ziffern 1 ... 4 bezeichnet sind:

Ladestellung I	1 · 3	U_1 oben,	U_2 oben,
Ladestellung II	1 · 4	U_1 oben,	U_2 unten
Endladestellung . . .	2	U_1 unten,	U_2 beliebig.

Es entstehen folgende Verbindungen:

feste Verbindungen		*Pa*,	*de*,	*hN*
Ladestellung I	1 · 3	*Pxc*,	*byd*,	*fzg*,
Ladestellung II . . .	1 · 4	*bxc*,	*dyg*,	*fz*,
Entladestellung	2	*bc*,	*Nf*.	

In der zweiten Lösung (Abb. 2) ist nur ein einpoliger und ein dreipoliger Hebelumschalter nötig; dabei ist aber eine Fehlstellung möglich, die jedoch keine Fehlschaltung verursacht und daher ganz unbedenklich ist. Man erhält das Betriebsprogramm:

Ladestellung I . . .	1 · 3	U_1 oben,	U_2 oben,
Ladestellung II . . .	1 · 4	U_1 oben,	U_2 unten,
Entladestellung . . .	2 · 4	U_1 unten,	U_2 unten,
Fehlstellung	(2 · 3)	U_1 unten,	U_2 oben.

Dabei entstehen die folgenden Verbindungen:

feste Verbindungen		*Pa*,	*de*,		
Ladestellung I	1 · 3	*Nh*,	*Pc*,	*bd*,	*gf*,
Ladestellung II	1 · 4	*Nh*,	*bc*,	*gd*,	*fx*,
Entladestellung	2 · 4	*Nxf*,	*bc*,	*gd*,	
Fehlstellung	(2 · 3)	*Nx*,	*Pc*,	*bd*,	*gf*.

In der Fehlstellung (2 · 3) ist die Leitung *N* bei *x* abgetrennt, so daß also keine Verbindung zustandekommt; die Fehlstellung ist daher ganz gefahrlos. Alle übrigen Hebelstellungen führen zu den Betriebstellungen; sie sind nötig und zweckentsprechend. (Der Elektrotechniker [Wien] 1931, S. 355 u. 375.) *re.*

[1] ETZ 1909, S. 824; Elektrotechn. u. Maschinenb. 1908, S. 561.

[2] E. Kosack, Schaltungsbuch für Gleich- und Wechselstromanlagen, 2. u. 3. Aufl., 1926 u. 1931 (Verlag Julius Springer, Berlin). — Helios 1910, S. 399, 3. Sp.

[3] Besprechung ETZ 1928, S. 414.

Versuche mit Niederspannungs-Sicherungen. — Die in den letzen beiden Jahren mit großer Energie betriebene Entwicklungsarbeit auf dem Gebiet der Schmelzsicherungen hat zur Schaffung von Sicherungen geführt, die sich von den bisherigen, auf reinen Querschnittschutz abzielenden Konstruktionen durch ihre außerordentlich hohe Schaltleistung unterscheiden, und die deshalb den Betriebsleitern elektrischer Verteilungsanlagen als ein billiges Mittel zur Erhöhung des Sicherheitsgrades der Anlage außerordentlich willkommen waren. Zur Nachprüfung der älteren und neueren Sicherungsformen bzw. Festlegung der an die neuen Sicherungen auf Grund der besonderen Betriebsverhältnisse zusätzlich zu stellenden Anforderungen sind daher in der letzten Zeit von seiten der Verbraucher eine Anzahl von Versuchsarbeiten durchgeführt worden, deren letzte, die von Dühne in der Elektrizitätswirtschaft veröffentlichte, die besonderen Verhältnisse und Anforderungen des offen betriebenen städtischen Niederspannungsnetzes behandelt.

Geprüft wurden Sicherungen alter und neuer Konstruktion verschiedener Fabrikate. Die Versuche mit den Sicherungen älterer Konstruktion beginnen mit den Streifensicherungen, d. h. mit der Sicherungsform, die am meisten auf reinen Querschnittschutz zugeschnitten ist, und ergaben, daß bei 400 V Wechselspannung bereits Kurzschlußströme von rd. 10 000 A die Sicherungen explosionsartig zerstören. Rohrsicherungen, bei denen der Schmelzleiter von Sand umgeben war, explodierten bei der gleichen Leistung, andere, bei denen der Schmelzleiter frei in Luft ausgespannt ist, löschten zwar bei 400 V 12 000 A noch einwandfrei, entwickelten jedoch ein außerordentlich großes Schaltfeuer (rd. 1 m Feuer aus beiden Seiten des Rohres), das zwar bei der Versuchsanordnung nicht zu Überschlägen an den Sammelschienen führte, bei gedrängten Bauformen jedoch sehr leicht Überschläge herbeiführen kann und außerdem den Bedienenden stark gefährdet. Als Zwischenlösungen müssen verbesserte Rohrsicherungen betrachtet werden, die eine Verkleinerung des Schaltfeuers durch Wahl eines anderen Schmelzleitermaterials (Zink statt Silber) erreichen, und mit denen bei 420 V Kurzschlußströme bis 12 000 A mit verhältnismäßig kleinem Schaltfeuer unterbrochen werden konnten. Die Versuche an den Stöpselsicherungen normaler Bauart führten bei einigen Sicherungen bereits bei 400 V, 8000 ... 10 000 A zu Stehfeuer, während andere Patronen bis zu Strömen von 15 000 ... 20 000 A einwandfrei abschalteten.

Völlig einwandfrei schalteten bei den bis auf 25 000 A gesteigerten Kurzschlußströmen die neuen Sicherungsformen ab, die sowohl in Stöpselform (meist in sog. träger Ausführung) als auch in der Form von mit Anschlußlaschen versehenen Patronen, die zum Einsatz in die Sicherungsgriffe der Kabelkästen bestimmt sind, untersucht wurden. Die Schaltleistungsgrenze dieser Patronen konnte in der vorliegenden Versuchsanordnung gar nicht ermittelt werden, da z. B. sowohl die Stöpselsicherungen

als auch die Griffsicherungspatronen der SSW bei der Prüfspannung von 400 V an Stellen mit 35 000 ... 40 000 A Kurzschlußstrom noch als unbedingt kurzschlußsicher gelten können.

Neben den reinen Schaltleistungsversuchen wurden Versuche ausgeführt, die über das zeitliche Zusammenarbeiten zwischen Stöpselsicherungen träger und nicht träger Ausführung und das Zusammenarbeiten der Griffsicherungspatronen mit den Auslösern der Hochspannungs-Ölschalter der Netztransformatoren Auskunft geben sollten. Es ergab sich, daß bei Hintereinanderschaltung einer trägen und einer nicht trägen Stöpselpatrone gleicher Nennstromstärke erreicht werden kann, daß selbst im Kurzschlußfall nur die nicht träge Patrone durchschmilzt, während die träge unversehrt bleibt. Die das Zusammenarbeiten der Griffsicherungspatronen mit den Ölschaltern betreffende Forderung, daß die Abschaltzeit bei Strömen in Höhe des vierfachen Sicherungs-Nennstromes kleiner als 0,5 s sein sollte, wurde von den meisten Sicherungen nicht erfüllt, da die Sicherungen meist auch träge ausgeführt waren, d. h. bei Strömen in der Höhe des 4- ... 5fachen Nennstromes Abschmelzzeiten von 2 ... 3 s aufwiesen. Die Anpassung der Sicherungscharakteristik ist jedoch in sehr einfacher Weise durch entsprechende Formgebung der Schmelzleiter möglich, und in den kurzschlußflinken Patronen der SSW und V & H bereits erreicht.

Während die Ergebnisse der reinen Schaltleistungsuntersuchung nur insofern Interesse haben, als sie die bereits bekannten Schaltleistungswerte, sowohl der älteren als auch der neueren Sicherungs-Konstruktionen, bestätigen, sind die Selektivitätsversuche und ihre Überlegungsgrundlagen als ein wesentlicher Beitrag zur Festlegung der im offenen Netz an Schmelzsicherungen zu stellenden Forderungen zu betrachten. Es wird nämlich die Forderung aufgestellt, daß die auf der Abnehmerseite angeordnete Hausanschlußsicherung (nicht träge Stöpselpatrone) im Kurzschlußfall durchschmelzen soll, ehe die auf der Netzseite liegende Sicherung (träge Stöpselpatrone) anspricht und weiter, daß bei sämtlichen Überlastungen der vom Netztransformator (rd. 500 kVA) ausgehenden Kabelzweige, deren Zahl zu 4 ... 5 angenommen wird, die für einen Nennstrom von 200 A bestimmte Griffsicherungspatrone des Kabelstranges eher anspricht als der Überstromauslöser des Transformator-Ölschalters, der auf 1,5fachen Nennstrom und 0,5 s eingestellt ist. Beide Forderungen sind einzeln als erfüllbar erkannt worden. Zur Vervollkommnung des Zusammenarbeitens der ganzen Sicherungsreihe muß jedoch endlich gefordert werden, daß die träge Hausanschlußsicherung unter allen Umständen eher durchschmilzt als die Griffsicherung im Kabelkasten und damit ist eine gewisse Begrenzung der Höhe des Nennstromes der Hausanschlußsicherung gegeben. Wenn z. B., wie gefordert, die Kabelsicherung bei $4 I_n = 800$ A in 0,5 s abschalten soll, so muß die träge Hausanschlußsicherung bei der gleichen Belastung mindestens nach 0,3 s unterbrochen haben, was z. B. bei einer trägen SSW-Tedi-Patrone einem Nennstrom von rd. 100 A entsprechen würde.

Als ein sehr bedeutendes Ergebnis der Versuche ist damit die Erkenntnis zu bezeichnen, daß es möglich ist, mit geeigneten Schmelzsicherungen in einfacher und billiger Weise selbst verhältnismäßig schwierige Selektivitätsbedingungen zu erfüllen, und daß weiter das offen betriebene städtische Verteilungsnetz ein wichtiges Anwendungsgebiet der kurzschlußflinken Ausführung der neuen Griffsicherungspatronen darstellt, die es gestatten, mit einfachen Mitteln sehr große Kurzschlußleistungen sicher zu beherrschen. (D ü h n e, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 361.) *Bsd.*

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Das Modave-Verfahren für die Entstaubung von Rauchgasen in Kraftwerken. — Verschiedene in letzter Zeit errichtete Kraftwerke, wie diejenigen von Issy-les-Moulineaux, von Vitry-Sud der Gesellschaft Union d'Electricité, ferner von Vitry-Nord und schließlich von Saint-Denis der Pariser Elektrizitätsgesellschaft, haben sich für die Entstaubung der Rauchgase aus den kohlenstaubgefeuerten Kesseln nach dem Modave-Verfahren entschlossen. Dieses Verfahren ist ein N a ß - R e i n i g u n g s v e r f a h r e n und besteht darin, daß die zu reinigenden Rauchgase seitlich gegen eine Anzahl senkrechter Säulenreihen geleitet werden. Die Säulen dieser Säulenreihen sind hohl, sie stehen in einem gewissen kurzen Abstand unter einem Wasserbehälter, von dem aus Röhren das Wasser in die Säulen führen, bis die Säulen gefüllt sind und das Wasser an den äußeren Säulenwänden herunterrieselt und den Staub aus den gegen die Säulen aufstoßenden Rauchgasen mit nach unten zieht, wo der Staub in Behältern aufgefangen wird. Auf dem Großkraftwerk Issy-les-Moulineaux wurde nach einer Betriebsdauer von 1 Jahr ein Wirkungsgrad der Entstaubungsanlage von 84 % ermittelt. Hier befinden sich 5 Kessel von je 2000 m² Heizfläche mit insgesamt 10 Entstaubern, so daß auf einen Kessel 2 Entstauber kommen. Jeder Entstauber vermag im gewöhnlichen Betrieb 32 m³/s Gas von 105 °C zu reinigen. Die Abmessungen eines Entstaubers sind: Höhe 3,40 m, Breite 4,30 m, Tiefe 1,80 m bei einem Gewicht von 19 t. Die größten Entstauber dieser Bauart werden in Saint-Denis auf dem neuen Kraftwerk der Pariser Elektrizitätsgesellschaft aufgestellt. Hier erhalten die 6 kohlenstaubgefeuerten Kessel je 1 Modave-Entstauber von einer Leistungsfähigkeit von 220 t Gas/h von 280 °C. Ein Entstauber wird hier besitzen eine Höhe von 4,20 m, eine Breite von 8,62 m und eine Tiefe von 1,40 m bei einem Gewicht von rd. 54 t. Auf dem Kraftwerk von Vitry-Nord befinden sich 3 Modave-Entstauber, die auf einem Eisengerüst von 13 m Höhe neben den kohlenstaubgefeuerten Kesseln aufgestellt sind und eine Leistungsfähigkeit von 47 m³/s je Entstauber besitzen. (La Technique Moderne Bd. 23, S. 724.) *Kp.*

Leitungen.

Fortentwicklung des Kabelschutzsystems Pfannkuch. — Das AEG-Kabelschutzsystem Pfannkuch, das seit dem Jahre 1919 zahlreiche Netze sichert, ist unter Anpassung an neue Forderungen der Kabeltechnik in den letzten Jahren wesentlich weiterentwickelt worden. Während bisher die Kontrollspannung von etwa 160 V, die zwischen den an der Oberfläche des Leiters verteilten Prüfdrähten unterhalten wird, durch den im Kabel fließenden Belastungstrom erzeugt wurde, wird sie jetzt durch Transformation aus der Netzspannung gewonnen (Abb. 3), um auch solche Kabelanlagen schützen zu können, bei denen Reservekabel einseitig unter Spanung gehalten werden, ohne Strom zu führen. Voraussetzung für einwandfreies Arbeiten des Schutzes in dieser Schaltung ist, daß der Unterschied der Netzspannung zwischen Anfang und Ende der Strecke und damit der Erregerspannungen einen gewissen zulässigen Betrag nicht überschreitet, weil sonst die Relais zum Ansprechen gebracht würden, ohne daß ein Fehler vorliegt.

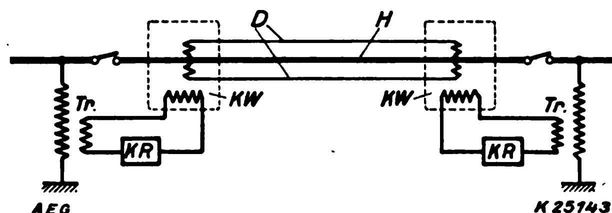


Abb. 3. Prinzipschaltung des Pfannkuchschutzes für zweiseitige Spannungserregung.

K. R o t t s i e p e r bespricht die Bedingungen, die bei der Planung eines Kabelnetzes mit Pfannkuchschutz zu beachten sind, an Hand eines Beispiels, worauf verschiedene Ausführungsformen des Schutzes unter Bezugnahme auf ausgeführte Anlagen geschildert werden. Bei einigen von der AEG für die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft ausgeführten Anlagen sind die Spannungswandler unmittelbar am Kabelendverschluß angeschlossen, so daß beim Einschalten des Kabelschalters die Erregung der Kabelschutzwandler selbsttätig erfolgt. In dieser Form bedarf der Schutz keinerlei Bedienung. Die der Erregung dienenden Spannungswandler sind in einer anderen Anlage, nämlich bei den Städt. EW München, als Fünfschenkelwandler ausgebildet und können daher außer zu ihrem eigentlichen Zweck auch zum Anschluß von Erdschlußspannungsmessern, Distanz- und Erdschlußrelais herangezogen werden. Eine räumlich sehr günstige Anordnung ergibt sich, wenn der Erregerwandler und die Schutzwandler in einem gemeinsamen Ölkessel eingebaut sind wie das in einer 60 kV-Kabelübertragung des Städt. EW Magdeburg ausgeführt wurde.

Für Kabel mit metallisierten oder einzeln verbleiten Adern ist eine neuentwickelte Schaltung besonders geeignet, bei der man von Spannungsunterschieden zwischen Anfang und Ende unabhängig ist, wie solche bei großer Reaktanz des Kabels namentlich bei Netzkurzschlüssen auftreten können. Bei dieser neuen Schaltung erfolgt die Erregung der Kabelschutzwandler bzw. die Erzeugung der Kontrollspannung nur von einem Kabelende aus; statt

einer Drehstromspannung wird eine für alle drei Kabeladern gemeinsame Wechselspannung benutzt (Abb. 4). Der Verfasser erläutert eingehend die Schaltung, die ebenfalls mit zwei Empfindlichkeitstufen arbeitet, indem das erste Ansprechen des Relais bei der Fehlermeldung erfolgt und das zweite Ansprechen die Abschaltung des Kabels bewirkt.

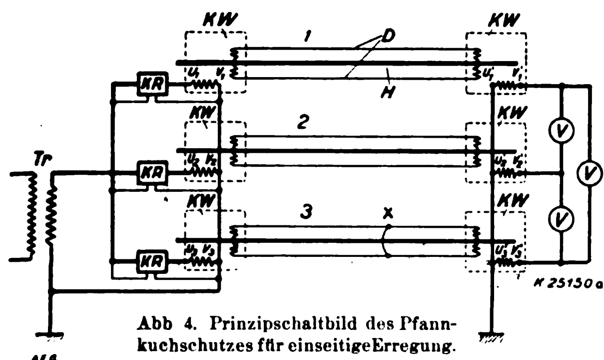


Abb 4. Prinzipschaltbild des Pfannkuchschutzes für einseitige Erregung.

An Hand einer Berechnung der Grenzwerte der Fehlerübergangswiderstände in Abhängigkeit von der Lage wird gezeigt, daß auch diese Schaltung eine genügend hohe Empfindlichkeit über die ganze Strecke ergibt. (K. Rottsieper, AEG-Mitt. 1931, S. 473.) *Sb.*

Theorie der Ölkabel. — Nachdem die Ölkabelanlagen aus dem Versuchstadium heraus sind, läßt sich ein Gesamtüberblick gewinnen. Man kennt drei Typen: Einleiterkabel mit verseiltem Hohlleiter, Dreileiterkabel mit Ölkanälen in den Zwickelräumen und Einleiterkabel mit unmittelbar unter dem Bleimantel liegenden Ölkanälen. Die Vorzüge der erstgenannten Type sind: hohe Wirtschaftlichkeit, geringer Strömungswiderstand zufolge des großen Ölkanalquerschnitts; Hauptnachteil: Ölkanal unter voller Spannung, daher Isoliermuffen usw. zur Verbindung mit den Ölbehältern erforderlich. Da sehr lange Speiseabschnitte zur Verwendung hohen Öldrucks und damit zur Verstärkung des Bleimantels zwingen, anderseits möglichst wenig Muffen anzustreben sind, geht man einen Mittelweg und bemißt die Abschnittslänge auf etwa 600 ... 700 m. Dabei ist man weitgehend unabhängig vom Verlegungsprofil und kann alle Ölbehälter unterirdisch anbringen.

Bei dem zweitgenannten Typ haben die Kanäle Erdpotential, sind also ohne weiteres überall zugänglich. Der Strömungswiderstand und damit auch der Druckabfall sind erheblich größer als beim Einleiterkabel mit Hohlleiter, Trennmuffen sind überflüssig. Bei der letztgenannten Type werden die Ölkanäle dadurch gebildet, daß unter dem Bleimantel ein mit Buckeln versehenes Metallband um die Kabelseele gewickelt ist. Der Strömungswiderstand ist bei dieser Bauart am größten, der Ölbedarf aber sehr gering, so daß die Ölbehälter klein sein können. Bei der Ölversorgung dienen in vielen Fällen halbdurchlässige Muffen dazu, große Ölverluste bei Kabelbeschädigungen usw. zu verhindern; um den Ölumlauf im Normalbetrieb nicht zu behindern, sind Umgehungseinrichtungen parallel zu diesen Muffen geschaltet. Bezüglich der Einzelheiten der Ölversorgung und der bei hügeligem Gelände zu beachtenden Gesichtspunkte muß auf die Originalarbeit verwiesen werden.

Der 2. Teil derselben liefert eine vollständige und umfangreiche Darstellung der mathematischen Berechnungsmethoden, auf deren Einzelheiten wegen Platzmangels nicht eingegangen werden kann. In diesem Abschnitt werden behandelt: 1. die thermischen Verhältnisse im stationären, belasteten Zustand, 2. bei Verlegung in unbewegter bzw. bewegter Luft, in Wasser, in Kabelkanälen oder unmittelbar in Erde, 3. Ölbedarf, 4. Druckabfall längs der Ölkanäle, 5. Speisesysteme und Eigentümlichkeiten der Ölbehälter. (G. B. Shanklin u. F. H. Buller, Gen. electr. Rev. Bd. 34, S. 416 u. 523.) *Eg.*

Elektromaschinenbau.

Fortschritte im Bau von großen Transformatoren. — Für den Transport sind durch den Bedarf an Transformatoren großer Leistung und hoher Spannung beträchtliche Schwierigkeiten entstanden; jedoch scheint diese Frage auch bei den größten Einheiten gelöst zu sein. Es wird ein 120 t-Eisenbahn-Transportwagen beschrieben, bei dem der Transformator mittels einer Brückenkonstruktion von 12 Achsen getragen wird. Bei einer Variante dieser Ausführung wird der Kasten des Transformators selbst als Brückenträger ausgebildet und das Gewicht durch herangeschobene Zusatzglieder auf die Radgestelle übertragen. Für den Straßentransport wird ein Wagen von 120 t Tragfähigkeit erwähnt, der 32 doppelte gummibereifte Räder besitzt. Wo es notwendig ist, das Gewicht des Transformators zu reduzieren, wird der Kessel beim Versand mit trockener Luft oder einem trägen Gas gefüllt.

Während in Amerika die Bankschaltung von Einphasentransformatoren für Drehstrom gebräuchlich ist, hat sich in Europa der Dreiphasentransformator durchgesetzt[1]. Für die amerikanische Anordnung spricht die Tatsache, daß man bei einem zusätzlichen Kapitalaufwand von 33 % eine Reserveeinheit erhalten kann. Bei mittleren Leistungen und hohen Spannungen ergibt sich trotzdem kein Preisvorteil. Bezüglich der Kernkonstruktion ist der Verfasser der Ansicht, daß sich die Kerntype durchsetzen wird. Der Manteltype blieben trotz ihrer höheren Kurzschlußfestigkeit nur Spezialanwendungen vorbehalten.

Dem stumpf aufgesetzten Joch wird neuerdings das eingeschichtete Joch vorgezogen. Das Einschichten der Bleche wird bei großen Leistungen dadurch erleichtert, daß die Jochhöhe durch Anwendung von Rückschluß-Schenkeln auf die Hälfte reduziert wird, was auch der Bauhöhe und damit dem Transport zugute kommt. Die Wasserkühlung wird selbst bei großen Einheiten mehr und mehr durch die Luftkühlung abgelöst. Bei Vollast werden die Radiatoren oder Kühler mit Luft angeblasen. Bei Teillasten können diese Transformatoren unter Ausnutzung des verkleinerten Temperaturgefälles zwischen Wicklung und Öl mit Selbstkühlung betrieben werden. Da für die Erwärmung nicht die Öl-, sondern die Wicklungstemperatur maßgebend ist, sind für letztere Meßeinrichtungen geschaffen worden, z. B. eine im Öl dicht unter dem Kastendeckel angeordnete Hilfspule, die in thermischer Hinsicht mit den Transformatorenwicklungen übereinstimmt und über einen Stromwandler mit einem der Belastung proportionalen Strom gespeist wird. Die Hilfspulentemperatur wird mittels eines Thermometers abgelesen.

Für die Bemessung der Windungsisolation wird die bei Wanderwellen auftretende ungleichmäßige Beanspruchung zugrunde gelegt, und es werden Richtlinien für die Isolationsstärke der normalen bzw. Eingangswindungen gegeben. Maßgebend ist nicht nur die Netzspannung, sondern auch die Trockenüberschlagspannung der Netzisolatoren. Für England werden die vorgeschriebenen 10 s-Prüfspannungen für die Windungen angegeben. Eine gleichmäßige Beanspruchung der Isolation durch Wanderwellen wird bei einer amerikanischen Ausführung, dem „schwingungsfreien" (nonresonating) Transformator dadurch erreicht, daß am Wicklungsanfang ein besonders geformtes Metallschild angebracht wird. Diese Anordnung ist nur bei geerdeten Wicklungen wirksam; deshalb ist für nicht starr geerdete Transformatoren eine zwischen Nullpunkt und Erde zu schaltende Einrichtung (Impedor) entwickelt worden, die für Netzfrequenz einen großen, für Wanderwellen dagegen einen sehr kleinen Scheinwiderstand besitzt.

Für den Bau von Mehrwicklungstransformatoren spricht in vielen Fällen die größere Wirtschaftlichkeit gegenüber getrennten Zweiwicklungseinheiten. Eine neuartige Ausführung ist ein in Amerika gebauter Vierwicklungstransformator, bei dem zwei Wicklungen gleicher Spannung auf je eine Netzhälfte arbeiten, gegeneinander aber eine Reaktanz von über 100 % besitzen. Ein besonderes Problem des Mehrwicklungstransformators ist die Kurzschlußsicherheit. Sie kann mitunter nur dadurch erreicht werden, daß man einzelne Wicklungen mit größerer Leistung ausführt, als für den normalen Betrieb erforderlich wäre.

In der Frage der Spannungsregelung unter Last betrachtet der Verfasser zwei Systeme, nämlich das mit Parallelwicklungen und das mit Spannungsteiler und kommt zu dem Schluß, daß das erstere System durch das letztere verdrängt wird. Die neuzeitlichen Regeleinrichtungen sind nicht nur auf das Erhöhen oder Erniedrigen der Spannung beschränkt, sondern erlauben auch eine Phasenverdrehung des Spannugsvektors. Hierbei sind für die Spannungs- bzw. Phasenregelung zwei getrennte Lastschalter erforderlich. Die zur Strombegrenzung erforderlichen Reaktanzspulen werden für größere Leistungen als luftgekühlte Betontypen oder als Öltypen ausgeführt. Bei den letzteren werden die im Kasten durch das Streufeld der Wicklung hervorgerufenen Zusatzverluste

[1] Vgl. M. Vidmar, ETZ 1931, S. 1481 u. 1519.

durch Anordnung von Kurzschlußwindungen verringert.

Zum Schluß werden in einer Zahlentafel die technischen Einzelheiten von zeitgemäßen Ausführungen großer Transformatoren aus verschiedenen Ländern gegenübergestellt. (R. M. Charley, J. Instn. electr. Engr. Bd. 69, S. 1189.) *R. K.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Die neuere Entwicklung des Wechselstrom-Bahnmotors in Nordamerika. — Ausschlaggebend für die ganze Bauweise des Einphasen-Reihenschlußmotors ist die Größe der transformatorischen EMK, die vom Hauptpolfluß in der stromwendenden Windung des Ankers induziert wird und sich bekanntlich bei Stillstand durch keine Kunstschaltung ausgleichen läßt. Während die amerikanischen Motoren früher mit einer transformatorischen EMK von rd. 6 V_{eff}, bezogen auf Nennstrom und Stillstand, entworfen wurden, ist man seit einigen Jahren grundsätzlich auf etwa die Hälfte dieser Werte herabgegangen, z. B. auf 3,25 V für Lokomotiven und 2,75 V für häufig anfahrende Triebwagen. Widerstandsverbinder sind damit überflüssig, Strom-, Bürsten- und Polzahlen sind doppelt, und die Klemmenspannung der Motoren ist halb so groß geworden wie früher. Feld-, Kompensations- und Wendepolwicklung werden für sich gesondert gewickelt und mit dem Anker in Reihe geschaltet. Zur Verbesserung der Stromwendung wird nur noch der Ohmsche Parallelwiderstand zum Wendepol benutzt. In einigen Fällen wird mit geschwächtem Feld angefahren: ist eine gewisse Geschwindigkeit erreicht, so schaltet ein Relais selbsttätig auf volles Feld um. Da die große Polzahl eine kleine Polteilung ergibt, werden immer je zwei benachbarte Bürstenhalter mit einem zwischen ihnen liegenden Tragstück zu einer Einheit verbunden. Ferner erwähnt sei noch die Unterteilung und Verdrillung der Ankerstäbe zum Unterdrücken von Wirbelströmen, Drehbarkeit des Bürstenrings, weitestgehende Verwendung geschweißter Stahlteile und von fettgeschmierten Rollenlagern. Die Klemmenspannung der Lokomotivmotoren beträgt 225, die der Triebwagenmotoren wegen ihrer geringeren transformatorischen EMK 170 V, der Leistungsfaktor steigt bis auf 0,95 und der Wirkungsgrad an der Motorwelle beträgt 85 bis 90 %. Ein Güterzug-Lokomotivmotor von etwa 470 kW wiegt ohne Vorgelege und Zubehör 6210 kg (13,2 kg/kW) und ein Triebwagenmotor von 165 kW ebenso 2480 kg (15 kg/kW).

Die Aufsätze sind für den deutschen Wechselstrom-Bahnmotorenfachmann nicht etwa deshalb interessant, weil sie ihm irgend etwas Neues bringen, sondern weil sie zeigen, daß nun die Amerikaner, die bisher immer noch Motoren mit hoher transformatorischer EMK bauten, auf genau die gleichen Gesichtspunkte gekommen sind, die bei uns nach dem Vorgange von R. Richter und Döry etwa seit Kriegsende Allgemeingut geworden sind.

Selbst die konstruktiven Einzelheiten, die als neu hingestellt werden, sind bei uns längst üblich: Die Bürstenhalterbauart ist nur für Amerika neu, aber für uns die schon immer übliche. Ebenso steht es mit den fettgeschmierten Rollenlagern, der Verdrillung der Ankerstäbe, dem drehbaren Bürstenjoch usw. Nicht einmal die elastische Kommutatorkonstruktion ist uns neu (disk spring commutator im Aufsatz von Jungk), aber man hat mit ihr keineswegs gute Erfahrungen gemacht und kommt auch ohne sie recht gut aus. (Pritchard u. Konn, Trans. Amer. Inst. electr. Engr. Bd. 50, S. 263, und Jungk, ebenda Bd. 50, S. 273.) *Tf.*

Fernmeldetechnik.

Das französische Telegraphen- und Fernsprechwesen 1930/31. — Nach dem soeben erschienenen Geschäftsbericht der französischen Post- und Telegraphenverwaltung für das Rechnungsjahr 1930/31 war der Rückgang beim Telegraphenverkehr ebenso empfindlich wie schon im vorigen Jahr. Der Betriebskoeffizient, der 1928 noch 114,55 betrug und 1929 eine Höhe von 127,74 erreicht hatte, ist auf 135,81 gestiegen. Dieser Betriebszweig entwickelte sich, wie auch in den anderen Ländern, besonders ungünstig. In der Hauptsache leidet er unter dem erfolgreichen Wettbewerb des Fernsprechers, aber auch die Auswirkungen der Wirtschaftskrise und die Erhöhungen der Arbeitslöhne und Materialpreise machten sich bemerkbar. Zu diesen das Rechnungsergebnis der Telegraphie wesentlich beeinflussenden Faktoren gesellen sich die wenig günstigen Auswirkungen der Rundfunkpolitik. Dieser neue Dienst, dessen Ergebnisse bisher mit denen des Telegraphendienstes verschmolzen worden sind, entwickelte sich wie folgt. Die Betriebskosten im Rundfunk sind rasch gestiegen; während sie 1928 noch 1 700 000 Fr betrugen, schnellten sie 1929 (im 15monatigen Rechnungsjahr) auf 4 500 000 Fr hoch, und 1930 erreichten sie sogar die Summe von über 6 300 000 Fr. Zieht man außerdem noch die Ausgaben für die Neuanlagen des Rundfunks sowie für den Zinsendienst und die Tilgung des beim Rundfunk investierten Kapitals in Betracht, so ergibt sich ein Gesamtbetrag von annähernd 8 Mill Fr, mit dem der Telegraph im letzten Rechnungsjahr von vornherein ohne nennenswerten Ausgleich belastet wurde.

Dem Fernsprechwesen ist es im Berichtsjahr nahezu gelungen, Einnahmen und Ausgaben in Einklang zu bringen trotz wirtschaftlicher Krise, Steigerung der Personalausgaben und Verzichts auf Gebührenerhöhungen. Zum erstenmal warf der Fernsprecher im Jahre 1929 einen Betriebsüberschuß ab, der sich auf 8 Mill Fr belief. Im Jahre 1930 jedoch überschritten die Ausgaben die Einnahmen um 800 000 Fr. Angesichts der schweren Belastung dieses Dienstzweiges infolge völliger Umgestaltung des Dienstes und ständiger Erweiterung der Anlagen sieht die französische Verwaltung das Rechnungsergebnis als im ganzen befriedigend an. Von der 212 Mill-Anleihe, die die Verwaltung aufgenommen hat, entfallen 191 Mill Fr allein auf das Fernsprechwesen. Dieses hat 57 von insgesamt 68 Mill Fr für den Tilgungsdienst beigesteuert; ferner sind 123 Mill Fr der Fernsprechbetriebs-Einnahmen zur Befriedigung der Anleihegläubiger verwendet worden. Eine Verminderung der Kapitalslasten beim Fernsprechwesen um 30 Mill Fr trat infolge Steuerfreiheit der Obligationen der Post- und Telegraphenverwaltung ein. (Ann. Postes Télégr. Bd. 21, S. 818.) *Gth.*

Sonnenfinsternis und Heaviside-Schicht. — Während der letzten totalen Sonnenfinsternis am 31. VIII. d. J. wurden unter Leitung des Canadian National Research Council und des Bureau of Standards in Washington besondere Beobachtungen angestellt, die die Ansicht von E. V. Appleton[1], daß die Ionisation der Kennelly-Heaviside-Schicht auf ultraviolette Strahlung der Sonne zurückzuführen ist, vollkommen stützten. Appleton war zu diesem Schluß auf Grund der Ergebnisse von Funkversuchen gelangt, die er während der britischen Sonnenfinsternis im Jahre 1927 gemacht hatte. Die teilweise Rückkehr zu Nachtzeitverhältnissen bei der Übertragung und Aufnahme von Funksendungen während der letzten Sonnenfinsternis in Nordamerika bestätigte seine Auffassung in vollstem Maße. Dagegen scheint es nicht so, als ob die allerdings noch nicht ganz ausgewerteten Ergebnisse der von verschiedenen Funkstellen ausgeführten Versuche zur Prüfung der hiermit rivalisierenden Korpuskulartheorie von S. Chapman irgendwelche Bestätigung für diese ergeben haben. (Electrician Bd. 59, S. 336.) *Gth.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Über die Kathode des Vakuumbogens. — Der Bogen im hohen Vakuum ist noch verhältnismäßig wenig erforscht; auch von seiten der Elektrotechnik liegt bis heute nur sehr geringes Material vor[2]. Einen Beitrag zur Untersuchung des im Vakuum aus der Kathode ausströmenden Dampfes bringt R. Tanberg im Phys. Rev. Seine Versuche, die auch für das Problem des Vakuumschalters von Bedeutung sind, zeigen, daß sofort nach der durch Kontakt erfolgenden Bogenzündung aus der Kathode ein Dampfstrahl mit sehr hoher Geschwindigkeit hervorbricht. Zur Bestimmung der Dampfgeschwindigkeit wurde einmal der auf die Kathode ausgeübte Rückstoß gemessen und zweitens die Wirkung auf eine 2 cm vor der Kathode hängende Pyrexglasplatte. Beim ersten Versuch war die Kathode, beim zweiten die Glasplatte leicht beweglich aufgehängt; die Ausbiegung wurde gemessen. Die verdampfte Metallmenge (Cu-Kathode) wurde durch Wägung bestimmt, die Dampfgeschwindigkeit läßt sich aus verdampfter Menge und Rückstoß, die Temperatur mittels der kinetischen Energie errechnen; sämtliche Rechnungen stellt der Verfasser in einem Anhang zusammen. Einige seiner Zahlenwerte sind nachstehend wiedergegeben. Der Gasdruck (Luft) betrug $0{,}2 \cdot 10^{-3}$ mm Hg bei Beginn jedes Versuches.

[1] E. V. Appleton, Physic. Rev. Bd. 40 u. 41; S. Chapman, Proc. Instn. Radio Engr. 1931.

[2] Vgl. Sorensen u. Mendenhall, ETZ 1927, S. 436. Ihre Versuche stimmen bezüglich der Dampfentwicklung mit den Ergebnissen Tanbergs schlecht zusammen.

Die Ergebnisse sind auf Störungen durch elektrostatische, elektrodynamische und radiometrische Effekte korrigiert.

Bogenstrom A	Rückstoß g	Verdampfung g/s	Dampfgeschwindigkeit cm/s	Temperatur ° abs.
11	$199{,}3 \cdot 10^{-3}$	$0{,}17 \cdot 10^{-3}$	$6{,}3 \cdot 10^{5}$	$6{,}8 \cdot 10^{5}$
19	$363{,}1 \cdot 10^{-3}$	$0{,}3 \cdot 10^{-3}$	$16{,}8 \cdot 10^{5}$	$7{,}25 \cdot 10^{5}$
32	$462 \cdot 10^{-3}$	$0{,}49 \cdot 10^{-3}$	$13{,}1 \cdot 10^{5}$	$4{,}37 \cdot 10^{5}$

Die außerordentlich hohe Temperatur im Kathodenfleck von rd. 500 000 ° abs. ist erstaunlich und von prinzipieller Bedeutung für die Bogentheorie; sie verlangt allerdings noch nach einer Bestätigung durch andere Versuche.

Zusatz bei Korrektur: Die Verdampfungszahlen Tanbergs wurden inzwischen durch in der Schweiz ausgeführte Versuche von Kobel[1] bestätigt. Er maß die Verdampfung aus dem Kathodenfleck eines Hg-Lichtbogens zu $0{,}017 \cdot 10^{-3}$ g/As, die Dampfgeschwindigkeit zu $16 \ldots 43 \cdot 10^{5}$ cm/s. Die Stichhaltigkeit der Temperaturberechnung Tanbergs wird indessen neuerdings angezweifelt. (R. Tanberg, Physic. Rev. Bd. 35, S. 1080.) *nkl.*

Verschiedenes.

Arnold-Stiftung[2]. — Die Zinsen des Stiftungskapitals sind bestimmt zur Ermöglichung oder Förderung von Studien und Forschungsarbeiten am Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe.

Die Unterstützungen dienen zur Bestreitung von Unkosten und zur Beschaffung von Einrichtungen und Instrumenten, die über den Rahmen dessen hinausgehen, was seitens des Instituts für Sonderarbeiten zur Verfügung gestellt werden kann, und werden als Beihilfe gewährt für diejenigen, die auf Anregung von industrieller oder wissenschaftlicher Seite Arbeiten von allgemeinem Interesse auszuführen bereit sind.

Unterstützung kann jedem gewährt werden, der die Befähigung zum selbständigen Arbeiten besitzt.

Gesuche um Gewährung einer Unterstützung sind dem Vorsitzenden des Kuratoriums, Herrn Professor Dr. Gaede, Direktor des Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule Karlsruhe, mit einem Arbeitsplan und einer Erläuterung über die Verwendung der beantragten Unterstützung schriftlich spätestens bis zum 5. XI. 1932 einzureichen.

Der Vorsitzende des Kuratoriums:
i. A. Brandt.

Krisenwerbung — Gemeinschaftswerbung! — Der Reichsverband der Deutschen Industrie veranstaltete unlängst eine besondere Sitzung seines Ausschusses für Fachpresse und Werbewesen, der sich mit der Frage der Werbung in Krisenzeiten beschäftigte. Einer der vom Reichsverband aufgeforderten Referenten, Dr.-Ing. Mueller, behandelte in diesem Zusammenhang die Gemeinschaftswerbung im Elektrofach als Musterbeispiel für zugleich sparsame und wirksame Werbetätigkeit.

Die seit drei Jahren bestehende „Gemeinschaftswerbung der Vereinigung der Elektrizitätswerke und des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie" ist der Ausdruck einer Gemeinsamkeit der Werbeaufgaben, die die Hersteller von Generatoren, Transformatoren und Verteilungsanlagen mit den Herstellern von Elektromotoren und Stromverbrauchsgeräten für Licht und Wärme und auch mit den Lieferern elektrischer Energie verbindet. Die enge Verbundenheit der letztgenannten Gruppe mit jedem einzelnen Kunden bietet die Grundlage für gemeinschaftliche Planung und Durchführung der Werbung. Die Vereinigung der Elektrizitätswerke, ihre Mitglieder und Organe sind daher vielfach Träger der Werbehandlung; ihre Aktivität und die Richtung ihrer Maßnahmen sind von entscheidender Bedeutung für den ganzen Industriezweig.

Im einzelnen diese Maßnahmen und ihre Auswirkung darzustellen, würde hier zu weit führen. Es genügt die Feststellung, daß von der gemeinschaftlichen Herstellung von Werbemitteln auf Grund wohl durchdachter Werbefeldzugspläne, über Behörden, Presse und Film bis zur Werbung in den Schulen alles in den Dienst der gemeinsamen Sache gestellt wird. Förderung des Zwischenhandels und des Qualitätsgedankens sowie Einschränkung des schrankenlosen Konkurrenzkampfes sind Nebenziele, deren Verfolgung im Interesse des Ganzen liegt.

Der Referent gelangte abschließend zu drei Anregungen an den Reichsverband der Deutschen Industrie, deren Verfolgung auch im Interesse der Elektrotechnik gelegen ist: 1. Untersuchung des Gemeinsamen und Unterschiedlichen in Voraussetzung und Durchführung der Werbung innerhalb der wichtigsten Produktionszweige und Produktionsstufen, 2. Aufstellung allgemeiner Grundsätze für eine Führung des Wettbewerbskampfes, welche die Förderung gemeinschaftlicher Interessen nicht ausschließt, 3. Bekämpfung der Heranziehung von Unglücksfällen, Gefahrquellen und verwandten Gebieten in Werbung und Wettbewerb. (H. F. Mueller, Werbeleiter 1932, S. 158.) *Sb.*

Energiewirtschaft.

Die Elektrizitätsversorgung Siziliens. — Der Bau von Wasserkraftwerken hat in Sizilien erst 1909 eingesetzt, u. zw. wurden zuerst die zur Ostküste fließenden Flüßchen Alcantara und Cassibile von der Soc. Elettrica della Sicilia Orientale, die vor kurzem in der Soc. Generale Elettrica della Sicilia (S.G.E.S.) aufging, nutzbar gemacht. Die Werke, unterstützt von dem Wärmekraftwerk in Catania, versorgten mit dem ersten Überlandnetz der Insel die Ostküste und die Städte Messina, Catania und Syrakus. Inzwischen baute auch die Stadt Palermo ein Wärmekraftwerk, und andere kleine Bezirke folgten. 1919 übernahm die S.G.E.S. das städt. Elektrizitätswerk Palermo und errichtete unter Ausnutzung des Flusses Belice ein Wasserkraftwerk mit einem Staubecken (welches in der letzten Zeit auf ein nutzbares Fassungsvermögen von 21 Mill. m^3 gebracht wurde). Erst hierdurch war es möglich, die Westzone der Insel mit elektrischer Energie zu versorgen.

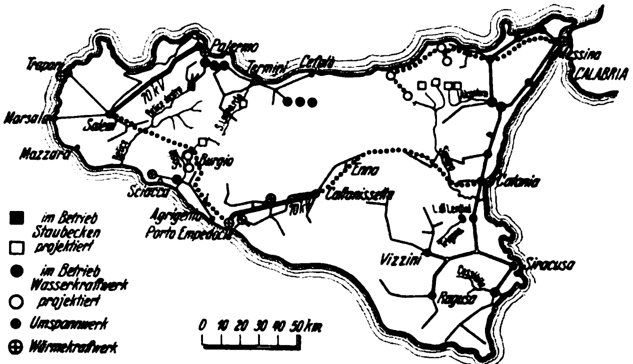


Abb. 5. Die elektrischen Anlagen der Società Generale Elettrica della Sicilia.

Wie Abb. 5 zeigt, zerfallen die elektrisierten Teile Siziliens in drei Hauptzonen: Ost- und Westküste, dann aber in die Zone, welche die Provinzen Agrigento, Caltanisetta und Enna umfaßt. Diese hat eine verhältnismäßig große Bevölkerungsdichte und eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung wegen der dort vorhandenen Schwefelgruben. Im Jahre 1925 drängte darum die Regierung die S. G. E. S. zwecks Förderung und Hebung der Wirtschaftlichkeit der Schwefelgewinnung, diesen Gebieten Strom zu schaffen. Das ließ sich indessen wegen deren Entfernung von den an der Ost- und Westküste liegenden Kraftwerken nur mit erheblicher Regierungshilfe durchführen. Man plante daher zum Zweck einer großzügigen Elektrisierung der Insel eine Verbindung der beiden Erzeugungszentren untereinander und die Errichtung eines größeren Wärmekraftwerks in der dritten Zone an dem bei Agrigent gelegenen Hafen Empedocle. Die Übertragungsspannung war an der Ostküste 40 kV, wurde dann aber auf 70 kV erhöht. Auch die Verbindung von Palermo nach Trapani ist bis Salemi schon für diese Spannung ausgebaut. Für die mittlere Zone herrschen 20 kV vor. Die große Verbindungsleitung, die bisher nur bis Caltanissetta läuft (55 km), arbeitet mit 70 kV. Das Verteilungsnetz, das von Porto Empedocle und Caltanissetta ausgeht, hat eine Länge von 350 km und versorgt 40 Gemeinden und 50 Bergbaubetriebe. Neue Niederspannungsnetze beliefern weitere 21 Gemeinden.

Im Lauf des letzten Jahres wurde das Wärmekraftwerk Porto Empedocle, am Meeresufer gelegen, in Betrieb genommen. Zwei Hochdruckröhrenkessel mit einem Betriebsdruck von 34 at (bzw. 40 at beim Austritt aus dem Überhitzer) haben Kohleheizung. Da der Mangel an Süßwasser eine Kesselspeisung mit Meerwasser erforderlich machte, wurde eine Destillationsanlage von 3000 kg/h er-

[1] E. Kobel, Physic. Rev. Bd. 36, S. 1636 (1930).
[2] Vgl. ETZ 1931, S. 1582.

richtet. Dem Betrieb dienen zwei Turbogeneratoren von je 5000 kW und je zwei Transformatoren für 20 bzw. 70 kV Oberspannung. Erwähnenswert ist, daß die Kraftwerke und hauptsächlichsten Verteilungspunkte durch leitungsgerichtete Telephonanlagen, System Telefunken, miteinander verbunden sind.

Vor Jahren plante man, elektrische Arbeit vom Festlande, u. zw. von den Silawerken in Calabrien aus, nach Sizilien zu schaffen und erörterte auch lebhaft zwei Projekte für die Überquerung der Straße von Messina, nämlich mittels einer von zwei Ufertürmen getragenen Hochspannungsleitung und durch ein Hochspannungskabel. Wirtschaftliche Gründe sprachen indessen für den Bau des Wärmekraftwerks Empedocle. Damit ist auch der Strombedarf der Insel für die nächste Zeit gedeckt. (Energia elettr. Bd. 8, S. 870 ff. [1931].) *Rtz.*

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 25. Oktober 1932, 20 Uhr[1] abends, im alten Physikalischen Hörsaal im Hauptgebäude der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. E. Friedländer über das Thema: „Grundlagen der Ausnutzung höchster Eisensättigungen für die Starkstromtechnik".

Inhaltsangabe:

1. Die Eigenschaften hochgesättigten Eisens im Wechselstromkreis.
   Charakteristiken und ihre technische Bedeutung — Vormagnetisierung mit Gleichstrom — Kurvenformen bei Wechsel- und Drehstrom.
2. Unterdrückung der Oberwellen.
   Erzeugung und Verteilung — Künstliche Ableitung — Kompensationsmethoden — Versuchsergebnisse. (Vorführungen mit dem Projektions-Oszillographen.)
3. Anwendungsmöglichkeiten.
   a) Oberwellenschutz.
   Überschlägige Bestimmung der resultierenden Magnetisierungsoberwelle vollständiger Netze — Folgerungen für die Auswahl der Transformatorschaltungen — Ausgleich vorhandener Oberwellenerzeuger.
   b) Strom- und Spannungsregelung.
   Kompensierung und Stabilisierung von Fernleitungen und Netzkupplungen — Blindstromentlastung von Maschinen — Spannungsteigerungsschutz — Selbsttätige Spannungsregelung — Strombegrenzung.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gastkarten für durch Mitglieder einzuführende Gäste sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins erhältlich. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", in Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Vorsitzende:
Bücher.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin über das Thema: „Der Kathodenstrahl-Oszillograph und seine Anwendungen".

1. 7. XI. 1932:
   a) Einführung. Herr Matthias: Vorgeschichte. — Entwicklungstätten. — Mannigfaltigkeit der Ausführungsformen. — Überblick über die Einführung in Laboratorium und Praxis. —
   b) Physikalische und rechnerische Grundlagen. Herr Knoll: Die Bewegungsgesetze des Elektrons. — Die Erzeugung des Elektronenstrahls. — Ablenkmethoden. — Die Berechnung des Strahlengangs. — Die Physik der Aufnahmemethoden. — Energieausbeute. — Dimensionierungsrechnung mit Beispielen. — Abschirmung von Störfeldern. —
2. 14. XI. 1932:
   „Konstruktionsgesichtspunkte und Konstruktionselemente". Herr Knoblauch: Die Hauptteile des Kathodenstrahl-Oszillographen: Entladungsrohr (Glühkathode, kalte Kathode), Sperrkammer, Ablenkkammer, Aufnahmeteil (Innenaufnahme, Außenaufnahme mit Leuchtmassen oder durch Lenard-Fenster). — Konstruktive Durchbildung der Elemente. — Auswahl und Zusammenstellung derselben im Hinblick auf den Verwendungszweck. —
3. 21. XI. 1932:
   „Ausgeführte Kathodenstrahl-Oszillographen und ihre Hilfsapparate" (mit Vorführungen). Herr v. Borries: Braunsches Rohr. — Ältere Oszillographen mit Metallgehäuse (Dufour, Norinder, Rogowski, Gabor). — Glühkathodenoszillographen (auch kleine Oszillographen im Zusammenbau mit Zubehör). — Oszillographen mit kalter Kathode (Laboratoriumsgeräte sowie Betriebsgeräte für Versuche und Registrierungen in Hochspannungsanlagen. Mehrphasen-Oszillographen). — Erregerspannungsanlagen. — Netzanschlußgeräte. — Methoden und Hilfsmittel zur Strahlsperrung und Zeitablenkung (Kippzrelais). — Vorführungen.
4. 28. XI. 1932:
   „Aufnahmetechnik und Wanderwellenuntersuchungen an Leitungen. Herr Elsner: Allgemeines über Aufnahmetechnik. — Auswahl der Auslösemethode. — Auswahl der Strahlsperrung und Zeitablenkung. — Aufnahmeschaltungen. — Betriebs-Schutz- und Meßerdungen (Schwierigkeiten durch unzweckmäßige Erdungen). — Erste Wanderwellenaufnahme. — Aufnahme von Wanderwellen im Laboratorium. — Stoßversuche an Leitungen. — Überschläge an Isolatoren im Leitungszuge. — Wirkung von Blitzschutzapparaten. — Gewitteraufnahmen an Leitungen. —
5. 5. XII. 1932:
   „Durchbruch von Luft- und Isolierstoffen". Herr Holzer: Ältere Durchbruchsversuche, Problemstellung beim Gasdurchschlag an Hand der Theorien von Townsend, Rogowski, Slepian, Loeb. — Methodik der Durchbruchsversuche. — Die Aufnahme des Luftdurchbruches im gleichförmigen und ungleichförmigen Feld und ihre wissenschaftliche Auswertung. — Problemstellung bei flüssigen und festen Isolierstoffen. — Durchbruchsversuche an Ölen und festen Stoffen und ihre Deutung. — Praktische Folgerungen. —
6. 12. XII. 1932:
   „Weitere Verwendung technischer Kathodenstrahlröhren". Herr Ruska: Sonstige elektrotechnische Anwendungen des Kathodenstrahl-Oszillographen. — Seine Anwendung auf anderen als elektrischen Gebieten in Physik und Technik. — Die Verwendung der entwickelten Apparaturen zu anderen als Oszillographierzwecken, z. B. als Fernsehröhre oder Elektronenmikroskop. —

Zeit: Montag abends pünktlich 6½ ... 8 Uhr.

Ort: Großer Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule.

Teilnehmerkarten sind zu haben:

a) in der Technischen Hochschule, Zimmer Nr. 138;

[1] Bitte die Zeit genau zu beachten.

b) im Elektrotechnischen Verein, Bln.-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II; Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins 6 RM
b) für deutsche Studenten . . . . 3 „
c) für andere Teilnehmer . . . . 10 „ .

Karten für einzelne Vorträge werden nicht abgegeben.

Besprechung des Vortrags[1]

des Herrn Dr.-Ing. E. Kirch über das Thema:

„Verluste in technischen Isolierstoffen"

in der außerordentlichen Sitzung am 26. März 1931.

Vorsitzender: Herr Staatssekretär Dr.-Ing. E. h. Feyerabend.

An den von großem Beifall begleiteten Vortrag knüpft sich folgende Besprechung:

Herr **Mönch**: Ich möchte zur Klarstellung folgendes sagen: Der Herr Vortragende zeigte uns im ersten Teil des Vortrags drei Lichtbilder, in denen die Verlustwinkelkurven von Öl aufgenommen waren, und zwar von ungereinigtem, gereinigtem und noch besser gereinigtem Öl. Ich möchte nun klarstellen — und ich nehme an, daß wir da einer Meinung sind —, daß die Reinigung in der Hauptsache darin besteht, daß man das Öl wasserfreier macht. Darüber gibt es ja eine große Anzahl von Arbeiten, z. B. über die Reinigung von Transformatoröl. Es ist klar und auch aus theoretischen Überlegungen ohne weiteres einzusehen, daß der Verlustwinkel um so kleiner werden muß, je mehr das Wasser zum Verschwinden gebracht wird. Also, die Verunreinigung in diesem Sinne ist das Wasser. Oder sind Sie anderer Meinung?

Vortragender: Ich stimme mit Ihnen so weit überein, daß in vielen Fällen das Wasser die für das Auftreten großer Fehlwinkel maßgebende Verunreinigung darstellen kann. Im vorliegenden Falle ist die Annahme m. E. jedoch unwahrscheinlich, da wir die Materialien durchweg längere Zeit hindurch auf 150 ° C erwärmt hielten. Wir sind somit nicht nur knapp, sondern weit über die Siedegrenze des Wassers hinausgegangen, zumal wir gleichzeitig Vakuum in Anwendung brachten. Allerdings können selbst so u. U. sehr kleine Wasserpartikelchen zurückbleiben. Aber ich bin doch der Auffassung, daß es sich bei der Reinigung, die wir vorgenommen haben, weit mehr um die Entfernung dissoziierter Bestandteile von Abbauprodukten der Öle handelt, und daß eben hierdurch die Verluste größenordnungsmäßig geringer geworden sind. — (Schriftlich ergänzt: Hinsichtlich der Bemerkungen über die Dielektrizitätskonstante, die ich gelegentlich der Erläuterung der genannten Bilder machte, ist es übrigens gleichgültig, worauf die Verluste zurückzuführen sind.)

Herr **Mönch**: Ich gebe das ohne weiteres zu. Aber dennoch ist der große Abfall vom ungereinigten zum gereinigten Zustand auffallend, und das ist der Abfall, der in erster Linie durch das Weggehen des Wassers bedingt ist. Die zweite Kurve liegt ja nahezu parallel, nur etwas tiefer. Für diesen Reinigungsprozeß mag Ihre Erklärung zutreffen. Außerdem geht das Wasser selbst bei 150 ° C noch lange nicht vollständig aus dem Öl heraus. Es ist tatsächlich ein sehr schwieriger Reinigungsprozeß, denn beim Kochen nimmt das Öl auch Luft auf, und das gibt wieder eine neue Erscheinung.

Man hat aus Ihren Ausführungen den Eindruck, als wenn Sie die Wagnersche Theorie in einen Gegensatz zur Debyeschen Theorie bringen wollten. Es scheint mir aber zweifelhaft, ob man einen solchen Gegensatz herausarbeiten kann; denn die Voraussetzungen sind ja ganz verschieden, insofern als WAGNER mit ganzen Schichten arbeitet und vornehmlich an die rein technischen Isolierstoffe dachte, hinsichtlich deren Sie auch zum Schluß sagten, daß die Wagner-Theorie besser passe, während die Debye-Theorie über ein Jahrzehnt jünger ist und sich die inzwischen gewonnenen Ergebnisse der Atomtheorie zunutze machen kann und infolgedessen auch mehr auf die Einzelheiten, also auf die Atomistik, eingehen kann.

Dann wollte ich noch fragen, in welchem Zustand die Harze gemessen worden sind.

[1] ETZ 1932, S. 931, 958 u. 1007.

Vortragender: Die Harze sind in Funktion der Temperatur gemessen worden, und zwar bei Temperaturen zwischen etwa 10 und 150 ° C.

(Herr **Mönch**: Waren die Harze fest oder in der Zwischenzeit flüssig?)

Die Harze wurden in einem geschirmten Prüfgefäß bis 150 ° erwärmt. Das Gefäß wurde dann sich selbst überlassen, sodaß die Materialien langsam abkühlten. Bei Temperaturen zwischen 150 und 100 ° C sind die Harze ziemlich dünnflüssig. Die Viskosität nimmt mit fallender Temperatur steil zu, um bereits bei 50 ... 60 ° die Größenordnung von etwa 10^7 Engler zu erreichen. Bei Zimmertemperatur sind die Materialien nach der üblichen Bezeichnung fest. Die Harzbrocken zersplittern, wenn man sie fallen läßt.

(Herr **Mönch**: Waren Sie absolut sicher, daß zwischen den Platten keine Zwischenschicht außer dem Harz war?)

— Nein, es konnte keine Zwischenschicht da sein, die so ausschlaggebend gewesen wäre, daß sie zu solchen Verlustmaxima hätte führen können.

Herr **Blank**: Es ist vielleicht ganz interessant, daß man bei Stoffen, die eine so hohe Viskosität haben, schon Debye-Maxima feststellen kann. Man kann diese Tatsache vielleicht dazu verwenden, die wahre innere Reibung eines solchen Stoffes festzustellen, und zwar auf folgende Weise: Es gibt einerseits einen Zusammenhang zwischen der Relaxationszeit der Moleküle und der Frequenz, bei der das Maximum auftritt. Anderseits gibt es einen Zusammenhang zwischen der Viskosität und der Relaxationszeit, wie ihn der Herr Vortragende gezeigt hat. Wenn man jetzt einen Stoff bei einer gewissen Temperatur untersucht und das Maximum bei einer gewissen Frequenz feststellt, dann ist aus dieser Frequenz die wahre Viskosität zu berechnen. Diese Methode ist von Vorteil, weil man bisher keine Möglichkeit gehabt hat, die wahre Viskosität eines so „harten" Stoffes direkt zu messen.

Herr **Hänlein**: Auf die Bemerkung des Herrn BLANK möchte ich erwidern, daß in der Glastechnik in letzterer Zeit die Rühr- und die Torsionsmethode entwickelt worden sind, um solche Viskositäten zu messen, die scheinbar weniger bekannt geworden sind. Die Messung der Viskosität dürfte auch im vorliegenden Falle Aufschluß bringen, ob man es wirklich mit viskosen Eigenschaften zu tun hat. Nach BRAUNBECK hat man zu unterscheiden zwischen elastischen, also reversiblen, und viskosen, also irreversiblen Formänderungen. Es wäre zu begrüßen, wenn durch Anwendung der erwähnten mechanischen Methoden, die die Messung von Viskositäten in der Größenordnung von 10^2 ... 10^{20} CGS-Einheiten gestatten, eine weitere Klärung möglich wird.

Vortragender: Herrn Dr. MÖNCH möchte ich erwidern, daß ich durchaus nicht die Absicht gehabt habe, der Wagner-Theorie die Debye-Theorie entgegenzustellen. Ich wollte vielmehr nur die beiden Theorien gegeneinander abgrenzen und dartun, in welchen Fällen m. E. die eine und in welchen anderen Fällen die andere Theorie die rechte Erklärung zu geben scheint. In der Buchliteratur ist die Äußerung getan worden, daß es sich bei Harzen und Mischungen mit Harzen unbedingt um einen Wagner-Effekt handeln müsse, und daß ein Debye-Effekt bei 50 Hz geradezu unmöglich sei. Das ist m. E. ein Irrtum. Um meine Auffassung zu belegen, mußte ich hier selbstredend deutlich alle wesentlichen Unterschiede betonen.

(Herr Dr. **Mönch**: Ich bin auch Ihrer Meinung. Ich sagte nur: Man könnte den Eindruck haben!)

Ich hatte geglaubt, genügend zum Ausdruck gebracht zu haben, daß bei Dielektrika, bei denen die Voraussetzung erfüllt ist, daß der Verlustwiderstand einer Komponente die Größenordnung des kapazitiven Widerstandes hat, unbedingt ein ausgesprochener Wagner-Effekt auftritt, und daß beispielsweise das dritte Maximum auf einem der Bilder unzweifelhaft ein Wagner-Maximum ist. Das gleiche kann auch, wie ich betonte, bei technischen Dielektrika, die Feuchtigkeit enthaltende Fasern in sich bergen, eintreten.

Zu den Ausführungen des Herrn Dr. HÄNLEIN möchte ich bemerken, daß es mir bekannt ist, daß man sehr hohe Viskositäten messen kann. Ich hatte aber leider nicht die Apparaturen zur Hand, um solche Viskositätsmessungen durchführen zu können. Augenblicklich sind wir dabei, uns Apparaturen hierfür zu schaffen. Wir werden dann das nachholen, was Herr Dr. HÄNLEIN vermißt hat. Für die Unterstützung hierbei durch Herrn Dr. HÄNLEIN wäre ich zu großem Dank verpflichtet.

Ich teile durchaus die Auffassung des Herrn BLANK, daß es eine wertvolle Bereicherung des Gebietes der Viskositätsmessungen darstellen würde, wenn man ein auf optischer oder elektrischer Grundlage aufgebautes Verfahren zur Messung der Viskosität von solchen dickflüssigen oder elastischen oder halbplastischen Materialien durchbilden würde, weil man dann die Möglichkeit hätte, die im elektrischen Sinn „wahre Viskosität" zu messen. Vielleicht erlaubt uns ein solches Verfahren auch beim Vergleich der wahren Viskosität und der Größe, die sonst als Viskosität erscheint, neue und interessante Schlüsse zu ziehen.

Herr **Koppelmann:** Bei welcher Feldstärke haben Sie gemessen?

Vortragender: Die Feldstärke lag zwischen 500 und 1000 V/mm, also relativ niedrig. Wir haben aber beobachtet, daß die Höhe der Fehlwinkelmaxima, die auftraten, praktisch unabhängig von der Feldstärke war. Wir haben dies in einem Bereich bis etwa zum 4fachen der obigen Feldstärke festgestellt. Nach der Debye-Theorie darf übrigens auch keine Abhängigkeit vorliegen.

Herr **Schäfer:** Ich möchte den Herrn Vortragenden fragen, ob auch Verlustmessungen bei negativen Temperaturen angestellt worden sind. Ihre Kurven begannen allgemein bei + 20 ° C. Wie ist nun der Verlauf der Kurven unterhalb dieser Temperatur? Ich möchte voraus bemerken, daß ich bei solchen Messungen, die sich bis — 15 ° C erstreckt haben, in der Gegend von — 10 ° ein weiteres Maximum feststellte, und zwar ebenfalls bei Papieren mit einer Öl-Harz-Imprägnierung.

Vortragender: Wir hatten, wie Sie richtig bemerkten, die Materialien durchweg bei positiven Temperaturen untersucht. Dabei lag beim Harz beispielsweise das Maximum in der Gegend von 50 oder 60 ° C. Gibt man nun dem Harz Öl zu, dann verschiebt sich das Maximum nach links. Ist die Ölmenge beträchtlich (wie es beispielsweise in der Kabeltechnik der Fall ist), dann tritt das Maximum erst bei negativen Temperaturen auf. Untersuchungen an solchen Mischungen haben wir auch angestellt. Sie sind ferner durchgeführt worden von Herrn Dr. VIEWEG in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und, wenn ich nicht irre, in der Z. techn. Physik veröffentlicht. Weitere Untersuchungen dieser Art, gleichfalls an Mischungen von Harz und Öl ausgeführt, finden Sie in dem früher bereits erwähnten Aufsatz von KITCHIN.

Herr **Koppelmann:** Hat man das Ansteigen der Dielektrizitätskonstante beim Schmelzen auch bei Gleichspannung feststellen können?

Vortragender: Ja, aber ich hielt es nicht für angebracht, die Dielektrizitätskonstante als Funktion der Temperatur bei Gleichspannung hier zu zeigen, weil dieser Wert m. E. von der ballistischen Konstante abhängig ist. Wenn man die Messung mit einem normalen ballistischen Galvanometer ausführt, so findet man einen ähnlichen Verlauf für die Dielektrizitätskonstante wie bei Messung mit 50 und 500 Hz. Die Gleichstrom-Dielektrizitätskonstante ist angenähert gleich weit von der Dielektrizitätskonstante bei 50 Hz in Richtung nach links verschoben, wie diejenige bei 500 Hz, von der 50 Hz-Kurve aus gesehen, nach rechts verschoben ist. Auch bei anderen Materialien haben wir festgestellt, daß die Dielektrizitätskonstante sich bei Messung mit Gleichspannung weiter nach links verschiebt, wie es auf Grund der Debyeschen Beziehung zu erwarten ist.

Zum Schluß möchte ich nochmals betonen, daß die Entscheidung, ob in einem bestimmten Fall die Wagner- oder die Debye-Theorie Geltung hat, häufig größere Schwierigkeiten bereitet. Man muß deshalb eben alles mit heranziehen, was es nur gibt, um zu dem richtigen Ergebnis zu kommen. Ich hoffe, daß mir das gelungen ist.

Vorsitzender: Wird weiter das Wort gewünscht? — Das ist nicht der Fall. — Die interessanten Untersuchungen, die Herr Dr. KIRCH angestellt und über die er freundlicherweise uns hier berichtet hat, erscheinen auf den ersten Blick rein theoretischer Natur. Dieses Gebiet gewinnt aber neuerdings für den praktischen Ingenieur immer größere Bedeutung. Ich glaube daher, daß es Ihrem Sinne entspricht, wenn ich dem Herrn Vortragenden für seine Mitteilungen und besonders für die anschauliche Art, in der er sie vorgetragen hat, den Dank der Versammlung ausspreche.

(Lebhafter Beifall.)

Ich danke ferner den Herrn Diskussionsrednern.
Damit schließe ich die Sitzung.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechnische Gesellschaft, Frankfurt a. M. a) 2., 7., 10. u. 14. XI. 1932, abds. 8 h, Hörsaal der Kunstgewerbeschule, Neue Mainzer Str. 47: Fortbildungskursus für Elektro-Ingenieure. Vortrag Prof. Dr.-Ing. E. Hueter, „Gittergesteuerte Gasentladungen und ihre technischen Anwendungen". b) 16. XI. 1932, nachm. 5 h, T. H. Darmstadt: Experimentalvortrag als Abschluß der Vortragsreihe a).

Oberschles. Elektrotechn. Verein, Gleiwitz. 28. X. 1932, nachm. 5 h, Büchereisaal der Donnersmarckhütte in Hindenburg: Lichtbildervortrag Ing. Gaida, „Die Entwicklung der Beleuchtungsmesser (Luxmeter) vom Fettfleckphotometer bis zur objektiven Lichtmessung. Die Verwendung der Photozelle in der Lichtreklame und Straßenbeleuchtung. Die Photozelle als Kontrolle-Organ bei Arbeitsgängen".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 25. X. 1932, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H.: Vortrag Dipl.-Ing. Summerer, „Licht- und Raumgestaltung".

Pomm. Elektrotechn. Verein Stettin. 21. X. 1932, abds. 8¼ h, Konzerthaus Stettin: Filmvortrag Dr. Brüche, „Experimentelle Beiträge zum Nordlichtproblem".

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft, Berlin (gemeinsam mit der Physikalischen Gesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für Technische Physik). 28. X. 1932, abds. 7½ h, gr. Hörsaal des neuen Physikal. Inst. der T. H. Charlottenburg, Kurfürstenallee: a) Vortrag Dr.-Ing. L. Bloch, „Die Kennzeichnung der Wirkung des Lichtes". b) Vortrag Dr. A. Rüttenauer, „Fortschritte in der Messung und Bewertung ultravioletter Strahlung". c) Aussprache.

Vereinigung für techn.-wiss. Vorträge, Dortmund. Vortragsreihe Dr.-Ing. P. Werners, „Prakt. Messungen in Gleich- und Wechselstromanlagen". 6 Abende mit je 1 Doppelstunde. Beginn: 20. X. 1932, nachm. 5½ h. Ort: Ver. Techn. Staatslehranstalten, Dortmund, Sonnenstr. 98. Gebühren: 9 RM.

Anschließend im Januar ein Kursus für Zählerrevisoren. Dauer: 8 Abende.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

H. O. Swoboda †. — Am 30. VI. starb in Pittsburgh, Pa., der aus Deutschland stammende Beratende Ingenieur H. O. Swoboda im Alter von 62 Jahren. Das von ihm begründete Ingenieurbüro hat vornehmlich auf dem Gebiet der Elektrowärmetechnik einen guten Namen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Stromrichter-Benennung

Nach dem Vorschlag des Herrn Reichsbahndirektor Wechmann (vgl. Disk. zum Vortrag Schenkel, ETZ 1932, S. 771) wird das Gebiet der Stromrichter — wobei unter Stromrichter alle jene Einrichtungen zusammengefaßt werden, deren Hauptwirkung auf der Verwendung von Entladungsgefäßen beruhen — in die 3 Untergruppen: Gleichrichter, Wechselrichter und Umrichter unterteilt. Hierbei wird eine wichtige Untergruppe nicht berücksichtigt, nämlich die Einrichtung zum Umformen einer Gleichspannung in eine andere, die man bisher mangels eines geeigneten Namens als „Gleichstrom-Transformator" bezeichnet hat. Diese Lücke ließe sich m. E. zwanglos ausfüllen, wenn man berücksichtigt, daß der Gleichstrom-Transformator als „Umrichter" wirkt. In dem einen Fall wird die Wechselzahl des Stromes „umgerichtet", in dem andern Fall die Gleichspannung. Daher schlage ich eine Zweiteilung der Gruppe „Umrichter" in folgender Weise vor: „Wechsel-Umrichter" und „Gleich-Umrichter", je nachdem, ob die Einrichtung dazu bestimmt ist, die Periodenzahl oder die Gleichspannung umzurichten. Dem-

nach würde man in Zukunft bei Stromrichtern die 4 Arten unterscheiden:

Gleichrichter = Wechselstrom in Gleichstrom,
Wechselrichter = Gleichstrom in Wechselstrom,
Wechsel-Umrichter = Umwandlung der Periodenzahl,
Gleich-Umrichter = Umwandlung der Gleichspannung,
} Oberbegriff dabei „Umrichter".

Berlin, 1. IX. 1932. A. Rachel.

LITERATUR.

Besprechungen.

Theorie der Wechselstrommaschinen mit einer Einleitung in die Theorie der stationären Wechselströme. Von Prof. Dr.-Ing. e. h. O. S. Bragstad †. Nach dem hinterlassenen norweg. Manuskr. übersetzt u. bearb. von Prof. R. S. Skancke. Mit 431 Textabb., XII u. 382 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 29,50 RM.

Das Buch behandelt die Theorie der Transformatoren, der Synchron- und Asynchronmaschinen, der Umformer und der Wechselstrom-Kommutatormaschinen. Von den rund 400 Seiten, die es umfaßt, sind außerdem noch die ersten 100 einer Einleitung in die Theorie der stationären Wechselströme gewidmet. Daß bei solcher Reichhaltigkeit des Stoffes auf verhältnismäßig engem Raum wenig über das allgemein Bekannte hinaus geboten werden kann, ist selbstverständlich. Bei einem in erster Linie als Lehrbuch für Studenten gedachten Werk ist es aber auch nicht so sehr von Wichtigkeit, daß der Stoff besonders tiefschürfend und originell, als daß er leichtfaßlich und klar behandelt wird; das letztere ist in hohem Maße der Fall. Insbesondere dürfte der erste Teil des Buches, in dem die Behandlung einfacher Wechselströme, die Darstellung der Wechselstromgrößen durch komplexe Zahlen und der Gebrauch von Vektordiagrammen in pädagogisch mustergültiger Form (mit zahlreichen, auch numerischen Beispielen) erläutert wird, sehr zum Verständnis der 5 folgenden Teile beitragen. Jedem dieser 5 Teile ist einleitungsweise eine klargefaßte Definition des zu behandelnden Gegenstandes vorausgeschickt, und der Verfasser verfällt nirgends in den Fehler, der manchem anderen Lehrbuche anhaftet, die Dinge, die er lehren will, als begrifflich schon völlig bekannt vorauszusetzen. In eingestreuten Kapiteln findet neben der Theorie auch die experimentelle Untersuchung der Maschinen Berücksichtigung, und zahlreiche eingeschobene Einzelabschnitte befassen sich auch mit feineren Vorgängen in den Maschinen, z. B. den Lagerströmen, dem Einfluß der Nutung auf die Oberwellen der EMK u. ä. Wenn auch für das Verständnis der Wirkungsweise im großen nicht erforderlich, sind es vielfach doch gerade solche subtilere Fragen, über die derjenige Aufschluß zu finden wünscht, der ein Buch über die Theorie der elektrischen Maschinen zur Hand nimmt. Bei einer späteren Auflage ließe sich vielleicht in dieser Hinsicht noch etwas mehr tun (ich weise z. B. auf die etwas vernachlässigten Ausgleichsvorgänge hin; der Stoßkurzschluß beispielsweise wird auf einer halben Seite abgetan, ohne daß der Zusammenhang mit stationären Vorgängen klar wird). Ein systematisches Literaturverzeichnis wäre da vielleicht manchem, der das Buch als Lehrbuch benutzt hat und in Sonderprobleme tiefer eindringen möchte, willkommen; zu einer ersten gründlichen Einführung jedoch kann das Buch jedenfalls empfohlen werden. C. Fröhlich.

Betriebserfahrungen mit dem 120 at-Kraftwerk der Ilse Bergbau-AG. Von Dr.-Ing. O. Schöne. (Sonderheft der „Mitteilungen" der Vereinigung d. Großkesselbesitzer e. V.) Mit 68 Abb. u. 26 S. in 4⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 3,80 RM.

Im 1. Teil gibt der Verfasser nach einleitenden Worten über die Grundgedanken, die zur Ausführung des 120 at-Kraftwerkes führten, eine Darstellung der drei Hochdruckkessel. In Zahlentafeln sind nicht nur alle Kesseldaten zusammengestellt, sondern es sind auch Angaben der Werkstoffe beigegeben. Es folgt ein Bericht über die Kesselspeisepumpen, Gegendruckturbinen, Zwischenüberhitzer, Rohrleitungen und Armaturen sowie über die Regler für Speisewasserzufuhr, Dampfdruck und Dampftemperatur. Schnittzeichnungen, Abbildungen und Zahlentafeln vervollständigen die Ausführungen. Der 2. Teil gibt einen Einblick in die bisherigen Betriebserfahrungen. Der Verfasser führt den Beweis, daß die während der ersten Betriebszeit aufgetretenen Schwierigkeiten nicht mit dem Hochdruckdampfbetrieb zusammenhingen, sondern durchweg untergeordneter Natur waren. Eine Zusammenstellung der Kesselbetriebszeiten gibt Auskunft über die Störungsgründe. Über Schutzmaßnahmen gegen Korrosionen, über das Entölen des aus den Gegendruck-Dampfmaschinen der Brikettfabrik anfallenden Kondensates und über die Durchführung des Abblasens der Kessel wird berichtet. Die aus der Eigenart des Betriebes herrührenden vorübergehenden Stauerstoffanreicherungen im Speisewasser und deren Beseitigung werden geschildert sowie Überlegungen über den Wasserumlauf angestellt. Hingewiesen sei auf die Versuche zur Feststellung der schnellsten Abstellmöglichkeit der Dampferzeugung und zur Feststellung des Absinkens des Dampfdruckes bei Belastungschwankungen. Abänderungen der eingebauten Treppenrostfeuerungen und einige Schäden an den Kesselspeisewasserpumpen werden beschrieben. Über den Turbinenbetrieb sind lediglich Angaben der bisherigen Betriebsergebnisse enthalten, während die Betriebserfahrungen später veröffentlicht werden sollen. Eingehend wird aber über die an den Rohrleitungen und Armaturen gemachten Erfahrungen berichtet. Der 3. und 4. Teil enthält Angaben über die Verdampfungsversuche am Hochdruckkessel 2 und über die Wirtschaftlichkeit der Anlage. Zusammengefaßt stellt die vorliegende Abhandlung eine beachtliche Veröffentlichung von Betriebserfahrungen in einem 120 at-Braunkohlenkraftwerk dar.
A. Feigenspan.

Das Pumpspeicherwerk Waldeck. Denkschrift der Preußischen Elektrizitäts-AG., Berlin 1932. Mit 68 Abb. u. 64 S. in 4⁰. Zu bez. durch Herausg. Preis kart. 2,50 RM.

Unter diesem Titel ist im Mai 1932 eine Schrift erschienen, die auf 64 Seiten, durch zahlreiche Lagepläne, Skizzen und Abbildungen unterstützt, einen ausführlichen Überblick über den Bau dieses interessanten Werkes gibt. Es ist in unmittelbarer Nähe der Talsperrenwerke Hemfurth I und II zur Unterstützung dieser gebaut. Sein Pumpenantrieb erfolgt in der Hauptsache durch das nur 20 km entfernte große Braunkohlenkraftwerk der Preag zu Borken, mit dem es durch eine 220 kV-Doppelleitung, die einstweilen mit 110 kV betrieben wird, verbunden ist.

Über die wirtschaftliche Seite des Unternehmens werden in der Schrift leider keine Angaben gemacht, weder über die Vergleichsrechnungen, die zur Wahl eines Pumpspeicherwerkes führten und sich auf die Erweiterungen der eigenen Dampfkraftwerke, Aufstellung von Dampfspeichern und Schaffung von Diesel-Spitzenwerken bezogen, noch über die tatsächlich entstandenen Baukosten. Es wäre zu wünschen, daß, sobald Betriebserfahrungen eines längeren Zeitraumes vorliegen, die Preag auch über die Wirtschaftlichkeit des Speicherwerkes Waldeck der Öffentlichkeit zuverlässige Mitteilungen zugänglich machen würde. B. Thierbach.

Zahnräder. Teil 1: Stirn- u. Kegelräder mit geraden Zähnen. Von Prof. Dr. A. Schiebel. 3., neubearb. Aufl. (H. 3 d. Einzelkonstruktionen aus dem Maschinenbau. Herausg. v. Dipl.-Ing. C. Volk.) Mit 159 Textabb., VI u. 132 S. in 4⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1930. Preis 10 RM.

Die neue Auflage ist wie die früheren dem Grundsatz sorgfältiger theoretischer Untersuchungen treugeblieben und hat sie noch wesentlich vertieft. Es wird nachgewiesen, daß DIN 867 nur eine recht unvollkommene Satzverzahnung liefert, und daß nur das von Hoppe zuerst versuchte und von Maag vollendete Mittel gleichzeitiger Änderung von Eingriffswinkel und Kopfhöhe eine brauchbare Satzverzahnung gibt. Die 1929 in Tokio vorgetragene Untersuchung Brandenburgers über die Verteilung des Zahndrucks auf zwei Zähne wird bereits gebracht. Auch die Versuchsergebnisse von Bondi mit Prüfrollen werden mitgeteilt. Die schon in den früheren Auflagen begonnene Untersuchung der Wirkung von Teilungsfehlern ist sehr vertieft und durch die Berechnung der Zahndurchbiegung und der Schwingungserscheinungen bereichert worden. Die Zahnberechnung berücksichtigt die jetzt üblich gewordene Untersuchung der Zahnpressung nach der Hertz-Formel (Dissertation Wißmann). Das Buch ist nach wie vor das beste Sonderwerk über Zahnräder. Wenn noch ein Wunsch ausgesprochen werden darf, so wäre es nur der, daß der Abschnitt über Holzzähne einem über Gestaltung von schnellaufenden Zahnrädern Platz machen würde.
O. Kammerer, Charlottenburg.

Meyers Lexikon. 7. Aufl. i. vollst. neuer Bearb. Mit etwa 7900 Textabb. u. über 1570 Taf., Karten u. Textbeil. Bd. 13 (1. Ergänzungsband): Aabenraa—Engländer. Mit zahlr. Abb., Taf. u. 642 S. in gr. 8⁰. Verlag Bibliographisches Institut, Leipzig 1931. Preis geb. 30 RM.

7 Jahre sind verflossen, seitdem der erste Band der 7. Auflage von Meyers Lexikon erschien. In diesem Zeitraum ist auf allen Gebieten die Entwicklung vorwärts gegangen; die Herausgabe einer Ergänzung zum Hauptwerk war daher erforderlich. Neue Stichworte wurden durch Sternchen gekennzeichnet und außerdem alle wichtigen Artikel des Hauptwerkes bis zur Gegenwart weitergeführt. Neben Stichworten wie Aktiengesellschaft, Antennenrecht, Arbeitslosigkeit, Atomphysik, Aufwertung, Dawes-Gutachten, Eignungsprüfung, Eisen, findet man biographische Notizen über Barkhausen, Benz, Bergmann, Compton, Debye, Dorpmüller, Edison u. a. Von kleinen Inkorrektheiten mag erwähnt werden, daß es Abzweigdosen nicht nur aus Metall, sondern auch aus Isolierstoff gibt, daß Ankermaste auch im Freileitungsbau verwandt werden, und daß die Anzapfungen von Anlaßtransformatoren nicht nur auf der Sekundärseite zu liegen brauchen. Bei Baumfällmaschinen hätte man außer dem Antrieb durch Explosionsmotor auch den elektrischen Antrieb erwähnen können, und wenn man schon den Dampfbooster nannte, brauchte der elektrische Booster nicht vergessen zu werden.

Im ganzen darf man wohl sagen, daß der Band in dem in Frage kommenden Stichwortbereich ein guter Spiegel der Zeit von 1925 bis 1931 ist, so daß er zusammen mit den noch folgenden beiden Ergänzungsbänden, abgesehen von seinem eigentlichen Zweck als Ergänzung, auch als ein selbständiges, in sich geschlossenen Gegenwartslexikon einen unbedingten Eigenwert besitzt.

W. Kraska.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Der elektrotechnische Spezialhandel Deutschlands im 1. Halbjahr 1932[1]. — Die Darstellung des Spezialhandels nach Ländern Januar/Juni 1932, wie sie das Statistische Reichsamt wieder dem monatlichen Nachweis für den Juli beigegeben hat, zeigt, daß die Einfuhr von Maschinen einschl. Teile (M in der folgenden Übersicht) während des ersten Halbjahres gegenüber der gleichen Periode von 1931 um 5113 dz (46 %) bzw. 1,772 Mill RM (49 %) und die der elektrotechnischen Erzeugnisse (E) um 4609 dz (31 %) bzw. 4,684 Mill RM (32 %) abgenommen hat. Auch die Ausfuhr letzterer ist um 186 440 dz (36 %) bzw. 57,904 Mill RM (31 %) zurückgegangen, indessen der Export von Maschinen eine Steigerung um 29 174 dz (20 %) bzw. 2,945 Mill RM (7 %) aufweist. Einfuhrseitig übertraf der Handel mit Erzeugnissen den mit Maschinen um 4248 dz bzw. 8,204 Mill RM, ausfuhrseitig um 156 019 dz bzw. 85,598 Mill RM. Die höchsten Beträge ergeben sich aus der Übersicht (50 Länder bzw. Gebiete) beim Import von Maschinen mengenmäßig für das Saargebiet (2023 dz) und wertlich für die Schweiz (0,437 Mill RM), von Erzeugnissen entsprechend für Belgien-Luxemburg (1589 dz) und die Niederlande (2,385 Mill RM), beim Export von Maschinen für die UdSSR (92 585 dz bzw. 22,148 Mill RM), von Erzeugnissen für die Niederlande (60 868 dz) und die UdSSR (25,871 Mill RM).

Länder		Einfuhr aus		Ausfuhr nach	
		Mengen dz	Werte 1000 RM	Mengen dz	Werte 1000 RM
Europa:					
Belgien-Luxemburg	M	69	37	2 800	858
	E	1 589	413	11 723	5 851
Bulgarien	M	7	1	332	67
	E	2	1	723	385
Dänemark	M	17	18	1 775	360
	E	129	118	7 154	2 871
Danzig	M	3	2	316	108
	E	14	18	1 201	491
Estland	M	3	1	34	15
	E	31	22	1 481	270
Finnland	M	38	9	1 877	380
	E	46	46	6 577	1 656
Frankreich	M	310	111	24 903	5 904
	E	477	422	16 895	10 128
Griechenland	M	5	1	1 235	248
	E	32	19	5 934	2 019
Großbritannien	M	144	82	1 451	688
	E	768	525	14 833	5 742
Irisch. Freistaat	M	—	—	585	101
	E	—	—	4 526	601
Italien	M	133	55	2 556	1 420
	E	148	183	8 895	8 755
Jugoslawien	M	4	3	991	305
	E	40	17	3 171	1 062
Lettland	M	—	—	387	76
	E	12	20	987	363
Litauen	M	5	3	603	142
	E	11	20	1 953	543
Niederlande	M	768	277	8 032	1 843
	E	1 337	2 385	60 868	13 527
Norwegen	M	19	7	2 048	481
	E	104	150	7 045	2 508
Österreich	M	246	121	1 151	474
	E	693	874	3 964	2 937
Polen	M	32	12	730	240
	E	55	72	1 281	1 461
Portugal	M	—	—	445	120
	E	3	8	1 284	633
Rumänien	M	28	8	634	190
	E	55	67	2 732	1 263
Saargebiet	M	2 023	303	869	201
	E	367	135	3 541	1 957
Schweden	M	62	30	2 179	677
	E	528	360	19 794	6 394
Schweiz	M	1 440	437	1 853	1 005
	E	869	884	14 979	8 181
Spanien	M	2	2	2 122	630
	E	47	45	5 341	2 574
Tschechoslowakei	M	166	50	1 374	701
	E	1 122	879	4 331	4 589
Ungarn	M	18	17	184	106
	E	689	994	849	746
UdSSR	M	10	6	92 585	22 148
	E	42	29	53 774	25 871
Afrika:					
Ägypten	M	3	1	2 239	385
	E	19	14	3 154	685
Algerien	M	—	—	34	23
	E	1	1	122	90
Belg. Kongo	M	—	—	13	6
	E	—	—	11	17
Brit. Südafrika	M	1	1	843	236
	E	2	2	1 776	757
Brit. Westafrika	M	—	—	—	—
	E	2	1	62	21
Franz. Westafrika	M	—	—	—	—
	E	—	—	7	3
Amerika:					
Argentinien	M	11	4	4 168	886
	E	13	10	22 301	3 647
Brasilien	M	3	2	507	128
	E	3	4	1 615	576
Übriges Brit. Amerika	M	—	—	4	3
	E	—	—	96	71
Chile	M	—	—	349	124
	E	13	12	834	192
Guatemala	M	—	—	30	9
	E	—	—	148	45
Kanada	M	—	—	6	2
	E	6	23	324	117
Kolumbien	M	—	—	75	22
	E	—	—	383	176
Mexiko	M	—	—	573	109
	E	2	3	1 234	216
Uruguay	M	—	—	254	59
	E	3	3	3 809	502
Venezuela	M	10	8	97	30
	E	1	1	262	109
V. S. Amerika	M	429	233	171	83
	E	850	1 192	1 071	1 000
Asien:					
Brit. Indien	M	—	—	3 530	934
	E	31	16	3 097	943
China	M	4	2	3 517	799
	E	4	3	2 649	1 270
Japan	M	—	—	213	129
	E	1	2	3 631	1 716
Niederl. Indien	M	2	1	1 146	326
	E	45	34	4 516	1 164
Türkei	M	2	1	517	131
	E	34	7	5 117	1 065
Australien und Polynesien:					
Austral. Bund	M	—	—	11	5
	E	15	6	496	409

fm.

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1212; 1932, S. 423.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 36: Wer stellt Vulkanasbest für Funkenwände her?

Frage 37: Wer stellt die Batra-Batterie her?

Abschluß des Heftes: 14. Oktober 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrohubkarren.

Mitteilung der AEG.

In Apparatefabriken, in Werken der Aluminiumindustrie, Kunstseidenindustrie und ähnlichen Betrieben geht man immer mehr dazu über, die Rohstoffe Halb- und Fertigerzeugnisse auf Ladebänken zu lagern und zu befördern. Wenn man ursprünglich sich auch für die Beförderung der Ladebänke des Handhubkarrens bediente, so verwendet man jetzt in steigendem Maße hierfür Hubkarren mit elektrischem Antrieb.

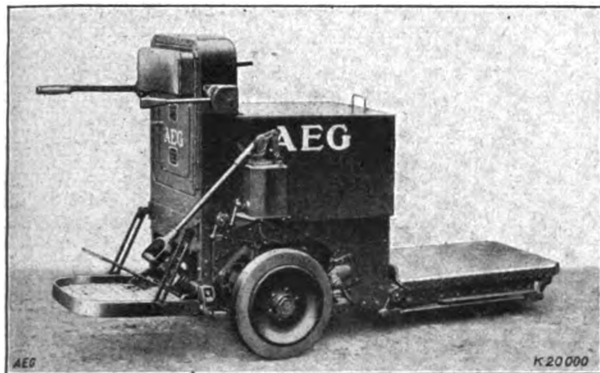


Abb. 1. AEG-Elektrohubkarren für eine Tragkraft von 750 kg.

Die mit diesen Fahrzeugen erzielbaren Vorteile, wie Leistungssteigerung, Beschleunigung des Materialumlaufes usw., lassen die Einführung derartiger Hubkarren in verstärktem Maße empfehlenswert erscheinen.

Die AEG hat einen Elektrohubkarren mit tiefliegender Plattform für eine Tragfähigkeit von 750 kg entwickelt; die allgemeine Bauart ist aus Abb. 1 zu ersehen. Das Fahrgestell besteht aus durchgehenden Längsträgern in U-Form, aus starkem Blech mit Winkeleiseneinfassung und kräftige Nietverbindungen. Es wird an der höherliegenden Seite abgeschlossen durch den Schaltschrank und den hochklappbaren Führerstand mit Tezettrostbodenplatte. Die Treibachse ist mit Differentialantrieb ausgerüstet und durch lange Blattfedern mit dem Rahmen verbunden. Der Antriebsmotor ist angeflanscht und treibt über das Ausgleichgetriebe beide Räder an, die mit Vollgummireifen von 450 mm Durchmesser versehen sind. Die mechanische Innenbackenbremse mit auswechselbaren Belägen wirkt auf die Treibräder und wird in der bekannten Form durch Heruntertreten des Fußhebels gelüftet. Eine zweite Bremse ist die Kurzschlußbremse. Die unter dem tiefliegenden Rahmenteil angebrachte Achse ist mit schwenkbaren Achsschenkeln für die lenkbaren und gummibereiften Laufräder versehen. Für die Lenkung dieser Räder ist der in senkrechter Ebene schwingende und am Schaltschrank gelagerte Lenkhebel vorhanden. In dem Schaltschrank ist der Fahrschalter mit je drei Fahrstellungen und einer Bremsstellung für jede Fahrtrichtung sowie die Ladesteckdose und die sonstige Apparatur eingebaut. Die Fahrschalterbetätigung erfolgt in der bei allen AEG-Elektrokarren üblichen Weise. Die um 90 mm in etwa 7 s hebbare Hubplattform ist aus starkem Riffelblech hergestellt und schwingt um ein Hebel- und Gestängesystem. Das Heben erfolgt durch ein handbetätigtes, hydraulisches Hubwerk, während für das Senken der Plattform nach Öffnen eines Ventiles 2 s benötigt werden. Zwischen Schaltschrank und Plattform ist in einem besonderen Blechkasten eine 20zellige Batterie untergebracht, deren Fassungsvermögen für einen Fahrbereich in der Ebene von etwa 30 km ausreicht. Das Fahrzeug entwickelt eine Geschwindigkeit bis zu 8 km/h mit Vollast, bis zu 10,5 km/h ohne Last.

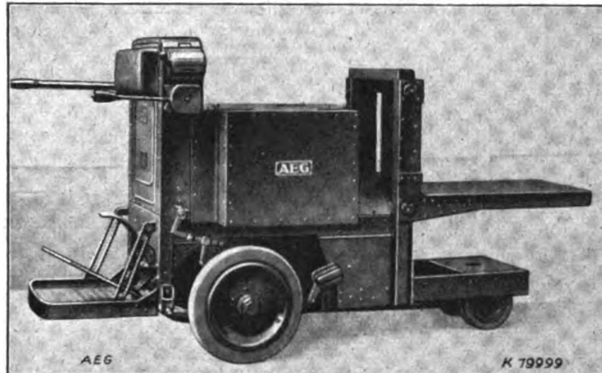


Abb. 3. AEG-Elektrohubkarren, spez. für einen Plattformhub bis zu 400 mm für die Verwendung in der Steinplattenindustrie.

Abb. 2 zeigt die Anwendung dieser Elektrohubkarren in einem Aluminiumwerk. Das Bild läßt den normalen Elektrohubkarren erkennen, auf dessen Plattform eine Tragvorrichtung mit mehreren Armen befestigt ist. Der Elektrohubkarren dient hier zum Beschicken von Kammern, in denen Bleischlamm getrocknet wird. Auf einer Stapelvorrichtung werden auf Blechplatten, die der Karrenplattform ungefähr entsprechen, die Bleischlammklumpen vorbereitet. Hierauf fährt der Karren mit seiner Tragvorrichtung unter die Blechplatten und betätigt die Hubvorrichtung, wodurch die auf der Karrenplattform befestigte Tragvorrichtung mit ihren Armen die Blechplatten aufnimmt. Alsdann erfolgt der Transport in die Trockenkammer, und hier werden die Blechplatten auf entsprechenden Gestellen wieder abgesetzt. Früher wurde der Schlamm in kleinen Muldenwagen von und zur Trockenkammer befördert. Durch die gegenüber diesem zeitraubenden Verfahren erzielten Ersparnisse macht sich das Fahrzeug in weniger als einem Jahr bezahlt.



Abb. 2. AEG-Elektrohubkarren mit aufgesetztem Tragarmgestell für die Verwendung in Aluminiumwerken.

In anderen Betriebzweigen kann es vorkommen, daß der Hub von 90 mm nicht ausreicht, und es ist dann möglich, das an sich normal bleibende Fahrzeug für eine Hubhöhe bis zu 400 mm auszuführen (Abb. 3). Die Plattform gleitet mit Rollen in einer Vertikalführung und wird hydraulisch gehoben bzw. gesenkt. Für den hydraulischen Betrieb ist eine elektrisch angetriebene Pumpe vorhanden, die bei Betätigung eines Walzenschalters anspringt, während ein Endschalter am Schlusse des Hubes die Stillsetzung besorgt. Nach Heruntertreten eines Fußhebels geht die Plattform in ihre tiefste Lage zurück. Bei der Ausführung der Plattformabmessungen kann den Wünschen der Verwender Rechnung getragen werden.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 27. Oktober 1932 | Heft 43

Aus der Großen Deutschen Funkausstellung, Berlin 1932*.

Von W. Burstyn, Berlin.

Sachlicher als ihre letzten Vorgängerinnen war diese Ausstellung; die Veranstalter haben Prunk, Statistik, Kunst u. dgl. Unzubehör ziemlich weggelassen; dafür waren, ein trauriges Zeichen der Zeit, einige Stände vom Parteiwesen in Anspruch genommen.

Während im Vorjahr in der Entwicklung der Empfangsgeräte fast ein Stillstand zu verzeichnen war, ist diesmal ein frischer Zug hineingekommen, und zwar insbesondere durch den Superhet, den einige Firmen zwar schon bisher gepflegt hatten, der aber jetzt von den meisten Firmen gebaut wird. Die starken neuen Sender, die teils fertig sind, teils noch kommen werden, und ihr knapper Frequenzabstand machen äußerste Selektivität nötig, wenn man den Fernempfang sehr vieler Stationen wünscht, und die erforderliche scharfe Abstimmung läßt sich bei genügender Lautstärke und den sonstigen Bedingungen mit der Überlagerungschaltung besser erreichen als mit der Gradaus-Schaltung. Einen unangenehmen Nachteil, den der Superhet früher hatte und der ihn unbeliebt machte, hat man zu überwinden gelernt; er bestand in der Zweideutigkeit der Einstellung. Dieselbe Zwischenfrequenz, gewöhnlich in der Gegend von 10 000 Hz gelegen, ergibt sich z. B. bei einer Frequenz des Empfängeroszillators von 10^6, wenn eine Frequenz von 10^6 plus oder minus 10 000 empfangen wird, entsprechend Wellenlängen von 295 und 305 m. Dem begegnet man jetzt durch die früher vernachlässigte scharfe Abstimmung der Hochfrequenzkreise, zum Teil auch durch die Wahl einer höheren Zwischenfrequenz. — Die Zahl der Röhren des Superhets beträgt 5 ··· 6; Dr. Georg Seibt AG., Berlin-Schöneberg, stellt sogar einen mit nur 4 Röhren (Abb. 1) her, während man früher gegen 10 Röhren brauchte. Der Fortschritt ist namentlich den verbesserten Röhren zu verdanken.

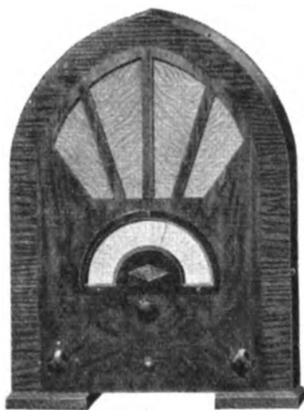


Abb. 1. Vierröhren-Superhet „Roland 4 L" mit Lautsprecher der Dr. Georg Seibt AG.

Auch der Fadingausgleich, eines der diesjährigen Schlagworte, wird durch die neuen „Exponentialröhren" ermöglicht. Die besondere Formgebung des Gitters bewirkt, daß die Kennlinie über ein längeres Stück krumm (angenähert nach einer Exponentialfunktion) verläuft, so daß sich der Verstärkungsgrad durch Änderung der Gittervorspannung in weiten Grenzen ändern läßt. Eine verhältnismäßig einfache Schaltung, die den vom Audion gelieferten Gleichstrom benutzt, ändert die Gittervorspannung der Hochfrequenz-Verstärkerröhre in Abhängigkeit von der Stärke der einfallenden Hochfrequenz. Die Wirkung ist derart, daß die Ausgangslautstärke in sehr weiten Grenzen unabhängig von der empfangenen Hochfrequenz ist, daß also entfernte oder durch Fading vorübergehend geschwächte Sender ebenso stark gehört werden wie nahe und starke. Die gleiche Schaltung dient häufig zur gewünschten Regelung der Lautstärke durch einen Drehknopf. Beide Schaltungen finden sich nicht nur bei Superhets, sondern auch bei einigen hochwertigen Gradaus-Empfängern.

Wenn ein Superhet auch nicht mehr kostet als in den Anfängen des Rundfunks ein Dreiröhrengerät, so ist er für die tief gesunkene Kaufkraft des deutschen Durchschnittsbürgers doch zu teuer. Der größte Absatz wird daher für die Empfänger mit 3 oder 4 Röhren und 2 oder 3 Abstimmkreisen erwartet, die durch die neuen Röhren auch

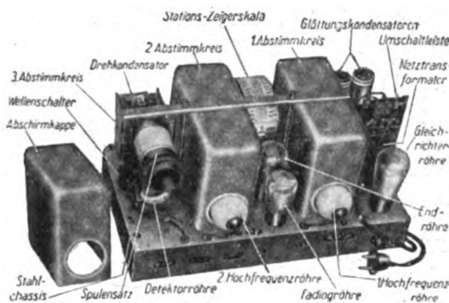


Abb. 2. Vierröhren-Dreikreis-Empfänger W 430 der Nora-Radio G. m. b. H. Rückseite, Gehäuse abgehoben.

an Leistungsfähigkeit gewonnen haben und immerhin eine reichliche Anzahl ferner Stationen bei einwandfreier Lautstärke und Klanggüte bringen. Die Dreikreis-Empfänger, bei denen die Abstimmschärfe so hoch ist, daß eine einstellbare Rückkopplung und damit ein zweiter Bedienungsknopf entbehrlich ist, stehen den Superhets an Leistungsfähigkeit und Einfachheit der Bedienung nicht viel nach. Als Beispiel diene ein solches Gerät (Abb. 2) mit 4 Röhren der Nora-Radio G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg, bei dem für den Fadingausgleich eine besondere 5. Röhre vorgesehen ist.

Die wirkliche Einknopfbedienung der erstklassigen Geräte setzt voraus, daß die auf einer Achse sitzenden 3 oder mehr Drehkondensatoren der Abstimmkreise sehr genau, auf etwa 0,2 %, untereinander abgeglichen sind. Sie besitzen neuerdings Kugellagerung, offenbar weil sonst die Lagerreibung schon eine störende elastische Verdrehung der Achse zur Folge hat.

Vollkommen wird die Einknopfbedienung erst in Verbindung mit einer genau geeichten, mit vielen Sendestationsnamen besetzten Skala. Einige Firmen, wie Nora und G. Schaub, Berlin-Charlottenburg, hatten dies schon im Vorjahre erkannt, aber die meisten haben sich diesmal besonders angestrengt. Zwei Grundtypen sind zu unterscheiden: feste Skala mit drehbarem Zeiger und drehbare Skala mit festem Zeiger. Erstere verdient wohl den Vorzug, weil sie ganz sichtbar ist und daher mit einem Blick erkennen läßt, welche Welle man eingestellt hat und wohin man drehen muß, um eine bestimmte andere Station zu finden. Freilich ist der bauliche Nachteil eines großen Fensters damit verbunden. — Am weitesten gegangen ist wohl das Sachsenwerk, Niedersedlitz (Abb. 3). Es sind eigentlich zwei Skalen vorhanden: eine feststehende, auf der ein Zeiger spielt und die in Wellenlängen geteilt ist, und eine sich halb so schnell drehende Scheibe aus durchscheinendem Zelluloid, deren Rand vor einem Fenster erscheint und auf der 80 Stationsnamen stehen. Die Namen des einen Wellenbereiches

---

* Bericht über die Ausstellung des Vorjahres: ETZ 1931, S. 1373.

sind in roter, die des anderen in der komplementären blaugrünen Farbe aufgetragen, und je nach der Stellung des Wellenschalters wird vor das von hinten beleuchtete, noch dazu als Lupe ausgebildete Fenster eines von zwei Farbfiltern gebracht, so daß nur die Namen der gleichen

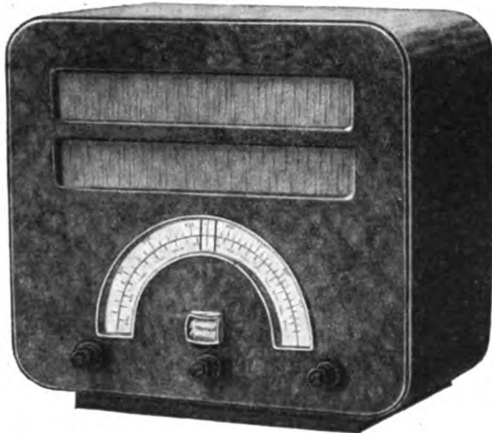


Abb. 3. Fünfröhren-Superhet „Eswe 335 L" mit eingebautem Lautsprecher und Stationsmelder des Sachsenwerkes.

Farbe sichtbar werden. — Die A E G hat die Skala in vier vertikale Streifen zerlegt (Abb. 4). Davon sind je zwei für den kurzen und für den langen Wellenbereich. Als Zeiger dient ein Lichtstreifen, der beim Weiterdrehen des Skalenknopfes die beiden Stufen eines Bereiches nacheinander bestreicht, was durch ein eigentümliches Getriebe mit Parallelführung (Abb. 5) bewirkt wird. Die Stationsnamen sind auf einzelne verschiebbare zylinderlinsenförmige Schildchen aufgetragen, die aufleuchten, wenn der Lichtzeiger sie trifft. — Siemens & Halske haben eine einfache senkrechte, Telefunken eine horizontale Skala, beide so lang, wie es das Gehäuse zuläßt. Alle drei Großfirmen benutzen dasselbe Chassis für ihre Superhets, nur der Umbau ist verschieden. Andere Firmen geben der durchscheinenden Zelluloidskala, um sie steif zu machen, die Form eines Kegelmantels von 90° oder 180° wie Saba (Schwarzwälder Apparate-Bau-Anstalt, Villingen) (Abb. 6) bzw. Dr. Georg Seibt (Abb. 1).

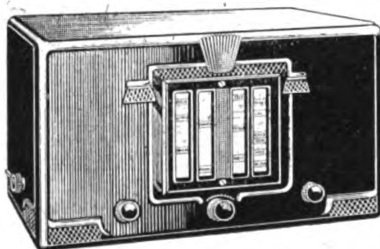


Abb. 4. Vierröhren-Dreikreis-Empfänger „Ultra-Geadem" der AEG mit optischem Stationsmelder.

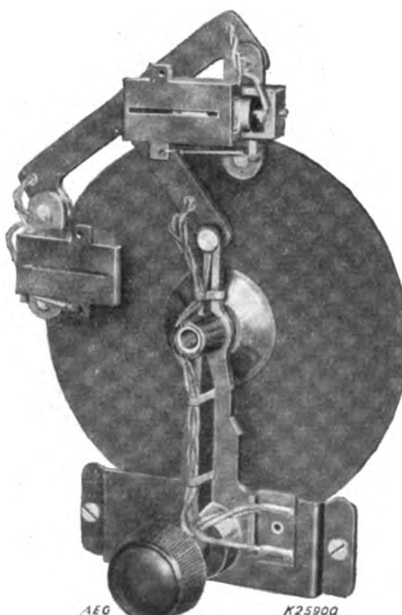


Abb. 5. Skalengetriebe des optischen Stationsmelders der AEG.

Die Empfindlichkeit älterer Empfänger mit 3 Röhren kann man dank den fast ausschließlich verwendeten Schirmgitterröhren jetzt mit 2 Röhren (Audion und Niederfrequenzverstärker) erhalten. Das Innere eines solchen Gerätes mit eingebautem Lautsprecher, des Blaupunkt 2000, zeigt Abb. 7 (Ideal-Werke AG., Berlin).

Ein Schlagwort dieses Jahres ist auch die Tonblende. Sie hat ungefähr dieselbe Wirkung wie der „Tonveredler" früherer Jahre und soll nötigenfalls störende höhere Töne wegzunehmen gestatten, z. B. das Überlagerungspfeifen zweier Sender zu geringen Frequenzabstandes oder das Nadelgeräusch. Früher schaltete man den dies bewirkenden Kondensator unmittelbar an den Lautsprecher, jetzt legt man ihn an das Gitter der Endröhre.

Wie gesagt haben sich nicht alle Firmen zum Bau eines Superhets entschlossen. So führen ihn die Ideal-Werke nur als Automobil-Empfänger. Seine Anodenspannung bezieht er von einem kleinen umlaufenden Umformer, den die Zündbatterie des Wagens speist. Damit man auch bei laufendem Motor empfangen kann, sind die Leitungen zu den Zündkerzen abgeschirmt und diese selbst gekapselt.

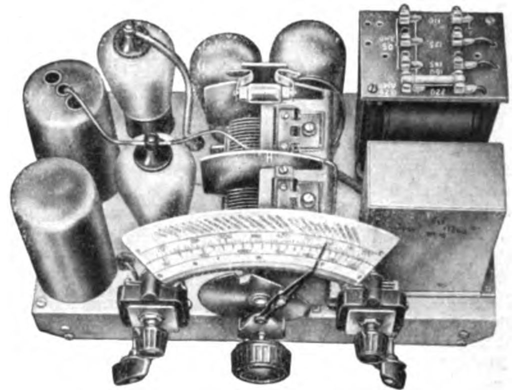


Abb. 6. Innenteile des Zweikreis-Dreiröhren-Empfängers von Saba.

Den Kurzwellen wird mehr Aufmerksamkeit zugewandt als bisher. Einige Empfänger (Radio AG. Dr. S. Loewe, Berlin, Pantophone Frey-Radio-Ges., Berlin, Reico [Radio G. m. b. H., Berlin], Schaub, TeKaDe, Nürnberg), meist Superhets, sind dafür mit einem dritten Wellenbereich, 20 ··· 50 m, ausgerüstet.



Abb. 7. Zweiröhren-Empfänger mit Lautsprecher der Ideal-Werke.

Welchen Nutzen ein Sperrkreis weniger selektiven Empfängern durch Ausschalten des Ortssenders bringt, hat man endlich eingesehen. Viele Geräte sind damit ausgerüstet, manche wenigstens für nachträglichen Einbau eines solchen eingerichtet. In großer Zahl wurden auch Sperrkreise als Einzelgeräte unter den verschiedensten Namen auf den Markt gebracht, desgleichen Vorsatzkreise, die zur Verbesserung der Abstimmschärfe zwischen Antenne und Empfänger geschaltet werden können, wie das „Wellenventil" nach Kappelmayer von der Lenzola G. m. b. H., Krefeld.

Die Verstärkung der Sender hat dem Detektorempfänger das Leben verlängert. Ein Doppelkopfhörer mit in den einen Hörer eingebautem Detektor und Abstimmkreis, wie er schon vor einigen Jahren von Dyhr angegeben wurde, zeigte in recht gediegener Ausführung Ad. Spieler, Berlin N 4. Ein ideales Gerät für Schwarzhörer!

Die Reichspost hatte einen Kurzwellensender von 15 kW ausgestellt, der durch eine Doppelleitung mit der oben auf dem Funkturm angebrachten Kurzwellenantenne verbunden war. Der Sender konnte auch mit einer Strahlspule gekoppelt werden, deren etwa 30 cm langer, frei nach oben züngelnder Lichtbogen als Lautsprecher wirkte[1]. Ferner zeigte die Reichspost u. a. eine Telefunken-Senderöhre für 300 kW und das Modell einer fadingfreien Sendeantennenanlage.

An Röhrengleichrichtern ist ein solcher für 3500 V und 1,5 A der Rectron G. m. b. H., Berlin, zu erwähnen, die außerdem neue Punktglimmlampen für Tonfilm- und Fernsehzwecke brachte. Trockengleichrichter scheinen sich für Empfänger nicht bewährt zu

[1] Vom Verfasser bereits 1911 angegeben. DRP. 249 345.

haben, obwohl die Südd. Apparatefabrik G. m. b. H., Nürnberg, sie für Spannungen bis zu 200 V herstellt. Hingegen werden sie fast ausschließlich benutzt, um, mit elektrodynamischen Lautsprechern zusammengebaut, deren Erregung dem Wechselstromnetz entnehmen zu können, wenn sie nicht vom Gleichrichter des Empfängers geliefert wird.

Die Robert Abrahamsohn G. m. b. H., Berlin-Steglitz, und P. Gossen & Co., Erlangen, hatten den neuen Röhren angepaßte, gut durchdachte Röhren-Prüfgeräte ausgestellt. Erstere baut die erforderlichen Meßinstrumente ein, bei letzterer müssen sie angeschaltet werden und lassen sich auch anderweitig verwenden. Beides hat seine Vor- und Nachteile.

An Lautsprechern und Schalldosen für Wiedergabe und Aufnahme sind keine grundsätzlichen Verbesserungen gemacht worden. Elektrodynamische Lautsprecher werden so klein und billig auf den Markt gebracht, daß bei manchen die Qualität schon zu wünschen übrig lassen soll. Dr. Dietz & Ritter G. m. b. H., Leipzig, haben bei ihrer größten elektrodynamischen Type „Maximus" es verstanden, bei der gleichen Größe des Konus und der Erregerleistung nur durch günstige Bemessung von Schwingspule und Luftspalt sowie durch Anbringen einer Kupferdämpfung um das Feldeisen den Nutzeffekt zu vervierfachen. — Bei den elektromagnetischen Lautsprechern ist das Vierpolsystem durch den im Vorjahre aufgekommenen „Freischwinger"[2] beinahe verdrängt worden, dessen Aufbau etwas billiger und dessen Leistung offenbar nicht weniger befriedigend ist. — Dinge mit mehreren Zwecken, wie Universalwerkzeuge, sind im allgemeinen nicht löblich. Gegen die Vereinigung von Lautsprecher und Uhr ist aber vom Standpunkte der Schönheit und des Gebrauchs nichts einzuwenden, wenn sie einander technisch keinen Eintrag tun. Das ist der Fall bei der Bauart der Nora-Radio G. m. b. H. (Abb. 8) mit sehr sauber gearbeitetem Synchron-Uhrwerk von nur 45 · 75 mm Fläche, das von der Lautsprecheröffnung keinen merklichen Bruchteil wegnimmt. — Neufeldt & Kuhnke, Kiel, zeigten einen Lautsprecher, dessen Antrieb nur aus zwei ähnlich wie ein Bimetallstreifen zusammengesetzten Kristallen von Seignettesalz (die Engländer nennen es „Rochelle salt") besteht. Ähnlich wie beim Quarz kommt die Bewegung elektrostatisch auf Grund der Piezoelektrizität zustande. Auf dem gleichen Prinzip beruht ein von der Firma vorgeführter Tonabnehmer mit überraschend guter Leistung.

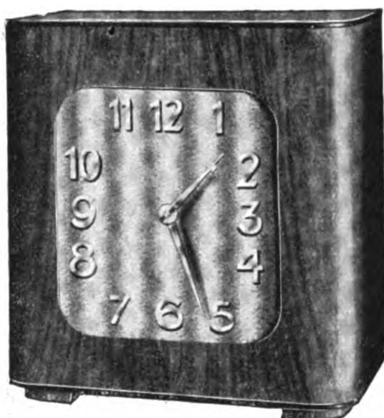
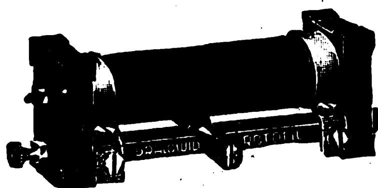
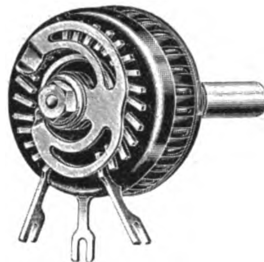


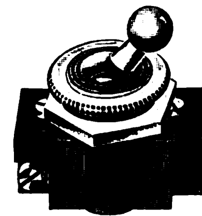
Abb. 8. Lautsprecher mit Synchronuhr der Nora G. m. b. H.

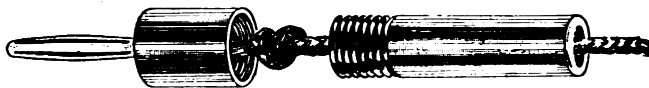

Abb. 9. Regelbarer Widerstand „Rotofil" von Dralowid.

Unter den magnetischen Tonabnehmern war keine bemerkenswerte Neuerung zu verzeichnen, soviele Hersteller sich auch schon damit befassen. Auch die Selbstaufnahme von Schallplatten hat keine besonderen Fortschritte gemacht, obwohl recht hübsche neue Lösungen für die Führung der Schneidedose von Georg Budich G. m. b. H., Berlin, und der Diora G. m. b. H., Berlin, zu sehen waren. Besonders letztere Einrichtung ist sehr solide und billig. Sie besitzt ein Gewinde, das nicht die feine Steigung der Plattenrillen besitzt, sondern mehr als dreimal gröber ist; ein einfacher Stahlzahn greift in das Gewinde ein und kann in jeder Stellung leicht ein- und ausgerückt werden.

Auch unter den sonstigen funktechnischen Einzelteilen war kaum etwas Überraschendes. Dralowid (Steatit-Magnesia AG., Berlin) hat seinen „Rotofil"-Widerstand verbessert und bringt ihn jetzt auch in größeren Formen (Abb. 9); Länge etwa 100 und 200 mm, mit Widerständen bis zu 50 000 Ω; er wird in Laboratorien vielfach Anwendung finden können. Cosifa G. m. b. H., Berlin, und J. Preh jun., Neustadt a. S., führen drahtgewickelte Widerstände in Form von 3 mm starken, mit Isolierschlauch umhüllten Kordeln, die bis zu 10 000 Ω/cm aufweisen. Kabi (Karl Biermann, Berlin-Johannisthal) und Preh verarbeiten das gleiche Material zu sehr hübschen „Kontaktpotentiometern" (Abb. 10), die gegenüber Schiebewiderständen den Vorteil der Eichbarkeit haben. In kleinsten Abmessungen werden jetzt von mehreren Herstellern Kippschalter gebaut, die für 250 V und 6 A verwendbar sind. Abb. 11 stellt einen solchen der Otwit G. m. b. H., Taucha (Bez. Leipzig), in natürlicher Größe dar. Manchmal werden sie auch als Endausschalter mit einem Regelwiderstand mechanisch gekuppelt (Ehrich & Graetz AG., Berlin). Der Bananenstecker (Abb. 12) von Förderer Söhne G. m. b. H., Villingen, ist durch Knoten der eingeführten Schnur gegen Zug entlastet.


Abb. 10. Kontaktpotentiometer von Kabi.


Abb. 11. Kippschalter der Otwit G. m. b. H., natürl. Größe.


Abb. 12. Bananenstecker mit Zugentlastung der Förderer Söhne G. m. b. H.

Schon lange hat man versucht, wie für Pupinspulen auch bei Hochfrequenz Eisenpulver für die Spulenkerne zu benutzen, war aber davon abgekommen. Jetzt erscheinen Georg Budich G. m. b. H., Berlin, und die Max Görler G. m. b. H., Dresden, mit solchen Kernen. Beim ersteren bestehen sie aus einer asphaltähnlichen homogenen Masse „Ferro-X", die das Eisenpulver enthält, während es bei Görler (nach H. Vogt) auf Karton aufgetragen (daher der Name Ferrocart) und geschichtet ist[3]. Die Permeabilität beträgt bei beiden etwa 10, was vermutlich durch Anwendung von Permalloy erreicht wird. Dank der verminderten Drahtlänge ist die Dämpfung von Ferrocart-Spulen trotz ihrer sehr kleinen Abmessungen bis zu Wellen von 200 m herunter geringer als bei guten Luftspulen.


Abb. 13. Tordex-Kupplung.

Für große Blockkondensatoren wird als Material statt Glimmer oder Papier vielfach ein nicht-hygroskopisches Cellophan verwendet. Auch ein kleiner veränderlicher Antennenkondensator „Antovar" in Bananensteckerform von R. Hirschmann, Eßlingen a. N., ist damit gebaut. Die elektrolytischen Kondensatoren, mit flüssiger Lösung und trokken, haben sich bewährt und besonders letztere wegen ihrer Billigkeit und Kleinheit stark eingeführt; z. B. bringt G. Wandel, Berlin-Friedrichshagen, in einem Zylinder von 10 mm Dmr. und 46 mm Höhe 1 bis 2 μF für 200 V oder 30 μF für 4 V unter.

Jedermann weiß, wie störend und schädlich das Verdrehen der Zuleitungschnüre besonders bei Plätteisen, Lötkolben u. dgl. ist. Diesem Übelstande hilft die drehbare Tordex-Kupplung (Abb. 13 und 14) der Carl Reinshagen G. m. b. H., Ronsdorf (Rhld.), ab. Zwei Schleifringe, ebenso wie die vielfachen Bürsten aus Silber, vermitteln die Stromzuleitung; die Reibung ist kaum merkbar.

[2] Vgl. ETZ 1931, S. 1375, Abb. 8.

[3] Bericht hierüber erscheint demnächst in der ETZ.

Stark besucht waren die 6 Stände für das Fernsehen. „Das Fernsehproblem ist wohl das technisch schwerste, das bisher in Angriff genommen worden ist“, sagt mit Recht Dr. Loewe in einem Prospekt. Wie weit

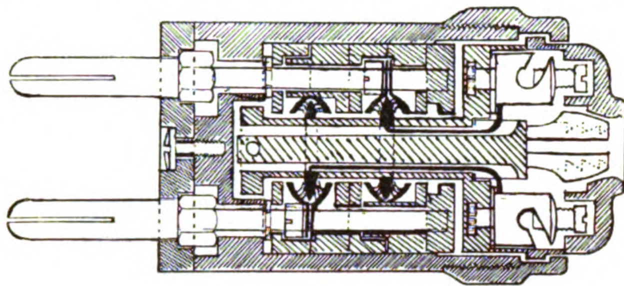


Abb. 14 Tordex-Kupplung, Längsschnitt.

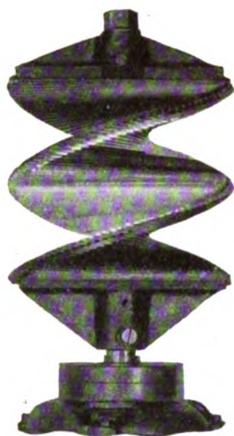


Abb. 15. Spiegelschraube der TeKaDe.



Abb. 16. Fernseh-Empfänger der Radio-AG. Dr. S. Loewe.

man mit den gegenwärtigen Mitteln der Technik kommen kann, das war schon vor einigen Jahren vorauszusehen. Dieser Grenze hat man sich jetzt schon derart genähert, daß kaum viel mehr zu erwarten ist, wenn nicht eine neue Erfindung mindestens vom Kaliber der Verstärkerröhre auftritt. 10 000 Bildpunkte bei 25 Bildern in der Sekunde wirken ungefähr so unscharf wie die grobgerasterten Bilder in den Tageszeitungen. Eine Augenweide als Fernkino gibt das nicht. Aber als Begleitung zu Tagesberichten, Vorträgen, Dramen u. dgl. im Rundfunk wären die Bilder sehr wohl brauchbar und sollten bald zur Einführung gelangen.



Abb. 17. Telerapid-Nummernwähler.

In den Fernseh-Empfängern ist die Nipkow-Scheibe von der Spiegelschraube (Abb. 15) verdrängt worden, die die TeKaDe in großer Vollendung herstellt. Sie erlaubt größere, lichtstärkere Bilder, wobei als Lichtquelle eine Natriumglimmlampe dient. Dies ist das eine, sozusagen mechanische Verfahren des Fernsehens. Das andere beruht auf der Braunschen Röhre und hat den Vorteil, reelle Bilder zu liefern. Der Kathodenstrahl fällt auf den fluoreszierenden Leuchtschirm, der das weite Ende der Röhre (Abb. 16) im Innern bedeckt, und wird so abgelenkt, daß er dessen Fläche zeilenweise überstreicht, wobei zugleich seine Stärke gesteuert wird.

Die Fernseh-Sender hatten bisher fast nur Filme verarbeiten können, denn selbst bei Vorgängen im Freien genügt die Lichtstärke des optisch auf die Photozelle entworfenen Bildes nicht. Die Fernseh AG., Berlin, hat eine einfache und doch merkwürdige Lösung gefunden und vorgeführt, die auf der unvergleichlich höheren Empfindlichkeit der photographischen Mittel beruht: Das Bild irgendeines Vorganges wird kinematographiert, der Film sofort entwickelt und nach wenigen Sekunden als Negativ vor die Photozelle gebracht und unter Anwendung elektrischer Bildumkehrung ferngesandt. Die kleine Verspätung würde nur bei gleichzeitiger Schallübertragung stören; aber es besteht keine Schwierigkeit, den Schall vorübergehend auf ein Stahlband aufzuzeichnen und mit der gleichen Zeitverschiebung wiederzugeben.

Elektrische Musikgeräte[4] wurden von der Heinrich-Hertz-Gesellschaft täglich zweimal in einem besonderen, stets überfüllten Saale erklärt und vorgeführt. Sie sind jetzt auch schon im Handel erhältlich. Die vielfältigsten, geradezu verblüffenden Wirkungen gibt das Trautonium; wie eine Gesangstimme wirkt die „Äthermusik“ von Theremin; ein Klavier, aber durch einstellbare elektrische Entdämpfung sich fast der Orgel nähernd, ist der Neo-Bechstein-Flügel.

Die Ausbreitung des Rundfunks hat es notwendig gemacht, an allen möglichen Geräten, bei denen Strom periodisch unterbrochen wird, insbesondere also an Kleinmotoren, etwas anzubringen, was für die Geräte selbst durchaus unnötig ist, nämlich Entstörungs-Einrichtungen, die die plötzlichen Stromstöße aufnehmen und



Abb. 18. Lichtschrift der Radiosender G. m. b. H.

vom Netz fernhalten, so daß sie sich nicht weiter fortpflanzen oder strahlen und dann den Rundfunkempfang stören können. Im einfachsten Fall bestehen sie aus in

[4] Vgl. Vierling, ETZ 1931, S. 155.

die Geräte selbst eingebauten Kondensatoren, in schwierigeren Fällen aus vorgeschalteten Drosselketten. Ähnliche Schaltungen, die aber weit weniger wirksam sind, werden auch in Rundfunkgeräte mit Netzanschluß eingebaut oder ihnen vorgeschaltet, um die aus dem Netz kommenden Störungen abzudrosseln. Eine reichhaltige und anschauliche Sammlung solcher Entstörungsgeräte hat die Reichs-Rundfunk-Gesellschaft m. b. H. zusammengestellt und sie durch Vorführungen, die in einem großen Faradayschen Käfig stattfinden mußten, erläutert.

Zwei Neuerungen sind noch erwähnenswert, die allerdings mit der Funktechnik nichts zu tun haben. Die eine (Abb. 17) ist der selbsttätige Rufer für Telephone mit Nummernwähler der Telerapid-Tel.-Ges. m. b. H., Berlin, der für 50 beliebige Teilnehmernummern eingerichtet ist und nach Einstellen des Zeigers auf eine derselben sie nach Drücken eines Hebels selbsttätig ruft. Die zweite ist die Lichtschrift (Abb. 18) der Radiosender G. m. b. H., Berlin. Sie ist für Schaufenster u. dgl. gedacht und besteht aus einer Spiegelglasplatte, die von den Kanten her Licht erhält. Schreibt man mit farbiger Kreide oder Wasserfarbe auf die Vorderfläche, so erscheint die Schrift leuchtend.

Daß die Aussteller mit dem Verteilen von Prospekten sparsamer waren als sonst, ist bei der Not der Zeit zu verstehen. Nicht aber, daß sie es, mit wenigen Ausnahmen, versäumen, neben den ausgestellten Geräten Tafeln anzubringen, auf denen deren maßgebende Eigenschaften bequem lesbar vermerkt sind. Noch ungeschickter aber ist es, wenn viele Aussteller das Aufbewahren ihrer Prospekte und Preislisten in Briefordnern, das sie doch wünschen müssen, dadurch erschweren, daß sie den Drucksachen zu kleine, zu große, quere oder ganz phantastische Formate geben, statt durchweg das einzig richtige DIN-Quartformat zu benutzen.

Der Umsatz auf der Ausstellung soll verhältnismäßig recht befriedigend gewesen sein.

Betriebseigenschaften der synchronen und asynchronen Blindleistungsmaschinen*.

Von Dipl.-Ing. **Fritz Sardemann**, Berlin.

Übersicht. Es werden die verschiedenen Betriebseigenschaften beider Maschinengattungen erörtert und die Erfahrungen der Berliner Städt. Elektrizitätswerke A. G. (BEWAG) zur Kenntnis gebracht. Am Schluß werden die Ergebnisse einer bei der BEWAG vorgenommenen vergleichenden Wertung mitgeteilt.

Die vorliegende Arbeit bemüht sich, die Ergebnisse der früheren Veröffentlichungen[1], in denen vorwiegend die Blindleistungsmaschinen bauenden Firmen zu Worte kamen, kurz zusammenzufassen und durch die Erfahrungen zu ergänzen, die die BEWAG im Laufe der Jahre mit den verschiedenen Arten von Bindleistungsmaschinen gemacht hat.

A. Überblick über die verschiedenen Arten von Blindleistungsmaschinen.

Eine kurze Übersicht über die verschiedenen Vertreter der beiden Gattungen soll zunächst einmal Abb. 1 vermitteln.

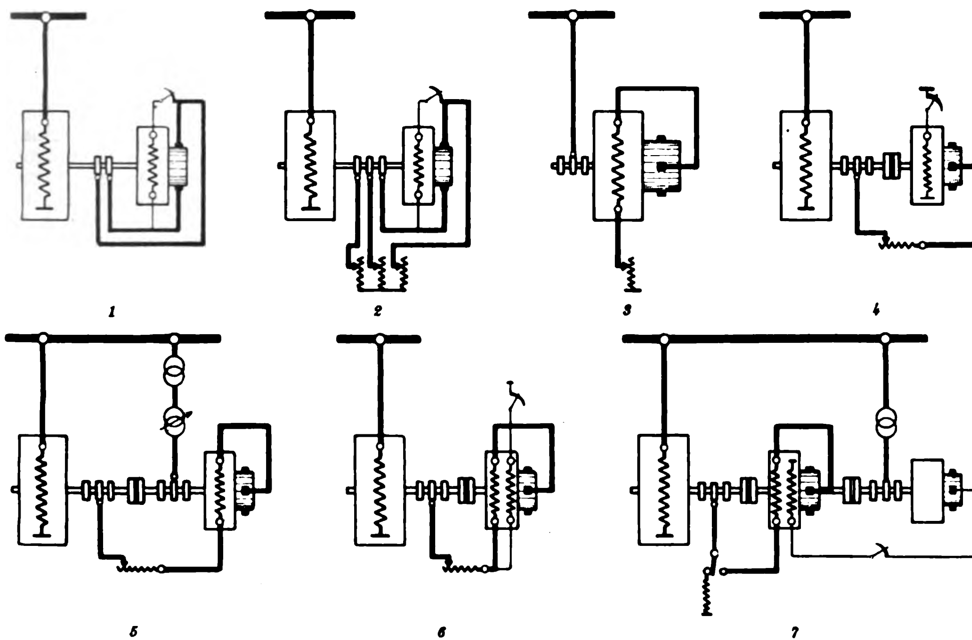


Abb. 1. Prinzipschaltungen verschiedener Blindleistungsmaschinen.

An erster Stelle zeigt das Bild die normale Synchronmaschine[2] mit Gleichstrom-Nebenschluß-Erregermaschine, die zuerst zur Blindleistungserzeugung Verwendung fand und sich auch bis heute in dieser Stellung behauptet hat.

Als zweiter Vertreter der Gattung synchroner Blindleistungserzeuger wäre der synchronisierte Asynchronmotor[3] oder Synchron-Induktionsmotor zu nennen, ein normaler Asynchronmotor, der durch Einführung einer Gleichspannung in den Rotorkreis zur Synchronmaschine wird. Für Leistungen bis zu einigen 100 kVA findet er als Blindleistungsmaschine Verwendung, sein Hauptanwendungsgebiet liegt allerdings mehr auf dem Gebiet der gleichzeitigen Erzeugung von Wirk- und Blindleistung.

Als ersten Vertreter der Gattung der asynchronen Blindleistungsmaschinen[4] zeigt Abb. 1 an dritter Stelle den läufergespeisten kompensierten Drehstrommotor. Auch seine Leistung bleibt auf einige 100 kVA beschränkt, da die Läuferspeisung die Verwendung für hohe Netzspannungen ausschließt.

Weiter wäre zu nennen die Asynchronmaschine mit selbsterregter Drehstrom-Erregermaschine[5] (Abb. 1, Schaltung 4), die allerdings als Blindleistungsmaschine in größerem Umfange bisher wohl noch nicht Eingang gefunden hat, da ihre Blindleistungsabgabe nur in ziemlich engen Grenzen regelbar ist.

Zu besonderer Bedeutung hat sich die Verwendung der Asynchronmaschine mit fremderregter Drehstrom-Erregermaschine (Frequenzwandler) entsprechend Schaltung 5 der Abb. 1 als Blindleistungsmaschine entwickeln können. Um stets die richtige Frequenzabhängigkeit zu erzielen, ist es erforderlich, die Erregermaschine entweder direkt oder, bei abweichender Polzahl, über Ketten- oder Zahntrieb starr mit der Hauptmaschine zu kuppeln.

Bringt man auf den Ständer der Erregermaschine nach dem Vorschlag von Kozisek[6] noch eine Kompen-

* Nach einem Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 3. XI. 1931. Die Besprechung folgt in einem der nächsten Hefte.

[1] Vgl. u. a. Schönholzer, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 19, S. 77 (1928); Grieb, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 20, S. 611 (1929), Mandl, ETZ 1931, S. 545 u. 576 u. a. m.

[2] S. u. a. Sidler, Brown Boveri-Mitt. 1929, S. 171; Mandl, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 48, S. 141 (1930).

[3] Liwschitz, Siemens-Z. Bd. 5, S. 466 (1925).

[4] Schenkel u. Sarfert, Asynchronmaschinen und ihre Verwendung zur Blindleistungserzeugung, Ges. Ber. 2. Weltkraftkonf. Berlin 1930, Bd. 12, S. 142 u. 357. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin.

[5] Leonhard, Arch. Elektrotechn. Bd. 20, S. 129 (1928).

[6] Kozisek, ETZ 1925, S. 142.

sationswicklung auf, die das vom Läuferstrom der Hauptmaschine erzeugte Feld aufhebt, so brauchen die Schleifringe der Erregermaschine lediglich deren Magnetisierungsstrom zu führen, der nur etwa ¼ ··· ⅓ des Läuferstromes der Vordermaschine beträgt, können also, ebenso wie die vorgeschalteten Erregertransformatoren, kleiner bemessen werden als beim normalen Frequenzwandler. Außerdem ergibt sich durch diese Maßnahme auch eine Verbesserung der Kommutierung. Die Blindlastregelung erfolgt durch Änderung der Erregerspannung der Erregermaschine mittels Stufen- oder Drehtransformators.

Neben dieser Schaltung ist als wichtigster Vertreter der asynchronen Gattung insbesondere auch für große und größte Leistungen die Blindleistungsmaschine mit nebenschlußerregter Drehstrom-Erregermaschine[7] (Scherbius-Maschine) zu nennen (Abb. 1, Schaltung *6*). Diese Erregermaschine braucht nicht starr mit der Hauptmaschine gekuppelt zu sein, da die Erzeugung der richtigen Frequenz der Kompensationsspannung durch die Speisung der Erregerwicklung mit Schlupffrequenz von der Hauptmaschine aus gewährleistet ist.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil dieser Erregermaschine ist ihre vorzügliche, völlig funkenfreie Kommutierung infolge der Anbringung von Wendepolen und Kompensationswicklung. Außerdem kann sie noch mit Kompoundwicklung versehen werden. Bei der läufererregten Drehstrom-Erregermaschine dagegen bleibt unter den Kommutatorbürsten stets Perlfeuer bestehen, das sich nie völlig beseitigen läßt. Die Blindlastregelung erfolgt im Nebenschlußkreis der Erregermaschine mittels eines dreiphasigen Nebenschlußreglers.

Bei dieser Art der Regelung ergibt sich, genau wie bei einer Gleichstrom-Nebenschlußmaschine, im untersten Regelbereich die Schwierigkeit, daß die Erregung unstabil wird. Man geht daher, wenn weitgehende Regelung, insbesondere auch Umkehr der Erregung erforderlich ist, vorteilhafterweise auf Fremderregung über. Diese wird einem auf die Welle der Hauptmaschine aufgesetzten kleinen Frequenzwandler entnommen[8] (Milch-Schaltung, *7* in Abb. 1).

Die Regelung der Blindleistungsabgabe erfolgt entweder durch Änderung der Erregerspannung des Frequenzwandlers oder durch einen Widerstandsregler zwischen Frequenzwandler und Erregerwicklung der Erregermaschine. Weitere Regelmöglichkeiten bestehen in der Verdrehung der Bürstenbrücke des Frequenzwandlers sowie bei Antrieb der Erregermaschine durch einen besonderen Hilfsmotor in der Drehzahländerung dieses Antriebsmotors.

Will man bei der Milch-Schaltung die Erregermaschine mit einem besonderen Antriebsmotor getrennt aufstellen, so muß der zur Erregung der Erregermaschine dienende Frequenzwandler mit der Hauptmaschine starr gekuppelt sein.

Abb. 2 soll nunmehr einen äußeren Eindruck der verschiedenen im BEWAG-Netz laufenden Typen von Blindleistungsmaschinen vermitteln.

An erster Stelle der Asynchronmaschine zeigt das Bild die 21 500 BkW-Maschine der AEG, die in zwei Exemplaren im Kraftwerk Moabit zur Aufstellung gekommen ist. Rechts von der Hauptmaschine sieht man den Anwurfmotor, links die ständererregte Drehstrom-Erregermaschine, die ihrerseits ihre Erregung dem ganz links befindlichen kleinen Frequenzwandler entnimmt.

Die beiden nächsten Maschinentypen der SSW besitzen läufererregte Drehstrom-Erregermaschinen; 2 zu je 6400 BkW stehen im Abspannwerk Uklei, 3 zu je 5000 BkW im Abspannwerk Kottbuser Ufer, wobei die letzteren eine ältere Bauart darstellen.

An Synchronmaschinen stehen zwei der AEG zu je 5000 BkW im Abspannwerk Humboldt, zwei der Bergmannwerke zu je 5000 BkW im Abspannwerk Wilhelmsruh und zwei des Sachsenwerkes zu je 4500 BkW arbeiten auf das Netz des Abspannwerks Wittenau. Zu bemerken wäre hier lediglich, daß die beiden erstgenannten Maschinentypen über Anlaßtransformatoren angefahren werden, während die letzte einen konstruktiv mit der Erregermaschine vereinigten Anwurfmotor besitzt.

Es stehen also der BEWAG Blindleistungsmaschinen von insgesamt rd. 100 000 BkW zur Verfügung, an denen Betriebserfahrungen gesammelt werden konnten.

B. Anlaßschaltungen[9].

Aus der Fülle der für beide Maschinengattungen entwickelten Anlaßverfahren sind in Abb. 3 nur diejenigen zur Darstellung gebracht, die im BEWAG-Netz zur Ausführung gelangt sind.

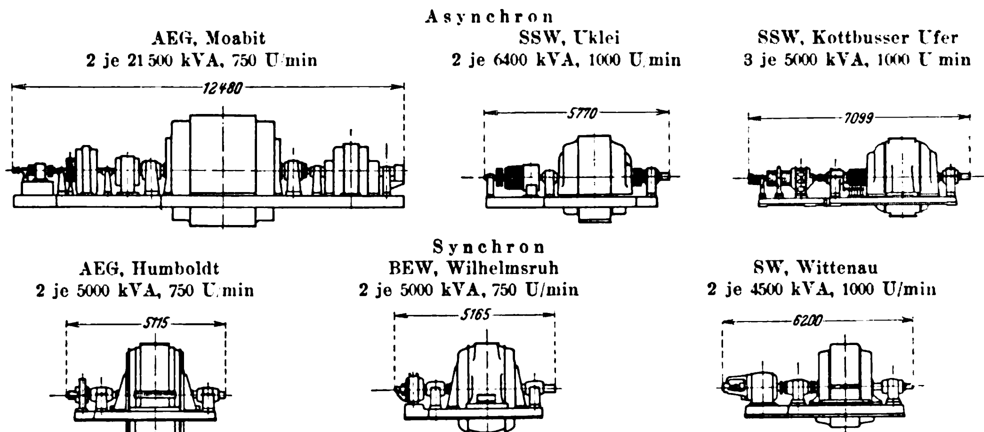


Abb. 2. Blindleistungsmaschinen der BEWAG.

I. Synchronmaschinen.

Die bekannteste und insbesondere bei kleinen Maschinen am häufigsten angewendete Methode ist das asynchrone Anlassen mit Teilspannung mittels Anlaßtransformators und Stufenschalters, wobei als Anlaßwicklung die in die Pole der Synchronmaschine eingebettete Dämpferwicklung dient. Der Anlaufstrom, durch die Verwendung der Teilspannung begrenzt, beträgt bei rd. 30 % Spannung bis zu 100 % des Normalstromes. Nach beendetem asynchronem Anlauf wird die Maschine langsam erregt und zieht sich selbttätig in Synchronismus, sobald das Feld und damit das Synchronisierungsmoment die genügende Stärke erreicht hat. Ein großer Nachteil dieses Anlaßverfahrens ist die hohe Blindleistungsaufnahme während des Anlaufes (großer Luftspalt und nicht geschlossenes Läufereisenpaket).

Eine Abart dieses Verfahrens mit Überschaltdrossel, die bei den Maschinen im Abspannwerk Wilhelmsruh zur Anwendung gekommen ist, zeigt Abb. 3 an zweiter Stelle.

Die zweite Methode ist das Anfahren mit asynchronem Anwurfmotor. Hierbei gibt es einige Varianten. Einmal kann der Anwurfmotor eine um eins kleinere Polpaarzahl haben als die Blindleistungsmaschine, um diese auf synchrone Drehzahl mit dem Netz bringen zu können. Bei diesem Verfahren muß die synchrone Blindleistungsmaschine mit dem Netz synchronisiert werden, was nur von geschultem Personal vorgenommen werden kann.

Auch die Verwendung eines gleichpoligen Anwurfmotors ist möglich, wenn man eine Überschaltdrossel vorsieht, durch die der Einschalt-Stromstoß auf einen Bruchteil des Vollaststromes herabgesetzt wird.

Wesentlich einfacher wird das Verfahren, wenn man an Stelle des normalen Asynchronmotors einen synchronisierten Asynchronmotor als Anwurfmotor verwendet. Dieser zieht ohne weiteres die Maschine in Synchronismus, wobei die richtige Phasenlage der Spannung der Blindleistungsmaschine zur Netzspannung durch entsprechende Einstellung der Kupplung zwischen ihr und dem Anwurfmotor bei der Montage der Maschine gewährleistet wird. Man kann auch mit fester Kupplung arbeiten und den Ständer des Anwurfmotors verdrehbar machen.

Weiter sei noch die ursprünglich von Rosenberg[10] angegebene Anlaßschaltung erwähnt, bei der beim Anlauf die Ständerwicklung des Anwurfmotors mit der der

[7] Scherbius, ETZ 1915, S. 299; 1921, S. 969. Schmitz, ETZ 1927, S. 800; 1928, S. 1739.
[8] Lebrecht, AEG-Mitt., Beilage: Das Kraftwerk, Mai 1931, S. 35.
[9] Lebrecht, AEG-Mitt. 1931, S. 366.
[10] Rosenberg, ETZ 1915, S. 456.

Blindleistungsmaschine (u. U. unter Zwischenschaltung eines Transformators) in Reihe geschaltet ist. Diese Schaltung zeigt Abb. 3 an dritter Stelle. Beim Anfahren entfällt zunächst auf die Blindleistungsmaschine selbst nur ein geringer Bruchteil der Netzspannung entsprechend ihrer Reaktanz. Fast die gesamte Netzspannung liegt auf dem Anwurfmotor. Mit der beim Hochlaufen mehr und mehr sich steigernden Erregung zieht die Synchronmaschine die Spannung allmählich an sich und geht dann in Synchronismus über, wobei die Spannung am Anwurfmotor zusammenbricht. Nunmehr kann der Anwurfmotor kurzgeschlossen werden, wobei gleichzeitig der Sternpunkt der Blindleistungsmaschine geschlossen wird.

Schließlich sei noch die Methode des Frequenzanlaufes[11] erwähnt, die allerdings nur wirtschaftlich ist, wenn entweder die Blindleistungsmaschine in einem Kraftwerk steht und von einer der Kraftwerksmaschinen hochgefahren werden kann, oder wenn eine größere Anzahl von Blindleistungsmaschinen in einer Station steht, so daß sich die Aufstellung einer besonderen Anlaßgruppe lohnt.

außerdem auch nicht sonderlich hoch isoliert zu sein braucht, da er nur niedrige Spannung bekommt.

Neuerdings hat man nach einigen Zwischenstufen die Schaltung dann noch so vereinfacht, wie sie Abb. 3 an fünfter Stelle zeigt. Der Anlasser ist ganz in Fortfall gekommen, dafür hat der feste Läuferwiderstand eine Anzapfstufe bekommen. Die Maschine läuft zunächst mit dem vollen Läuferwiderstand auf rd. 80 % Drehzahl hoch. Dann wird ein Teil des Widerstandes kurzgeschlossen, wodurch fast die normale Drehzahl erreicht wird. Die Beendigung des Anlaßvorganges geschieht durch Zuschalten der Erregermaschine, wobei gleichzeitig der Kurzschluß der einen Stufe des Anfahrwiderstandes wieder aufgehoben wird.

Bei sehr großen Leistungen wird meistens an Stelle der läufererregten die ständererregte Drehstrom-Erregermaschine verwendet, weil bei ersterer bei den dabei in Frage kommenden Stromstärken die Kommutierung nur noch mit Schwierigkeit beherrscht werden kann.

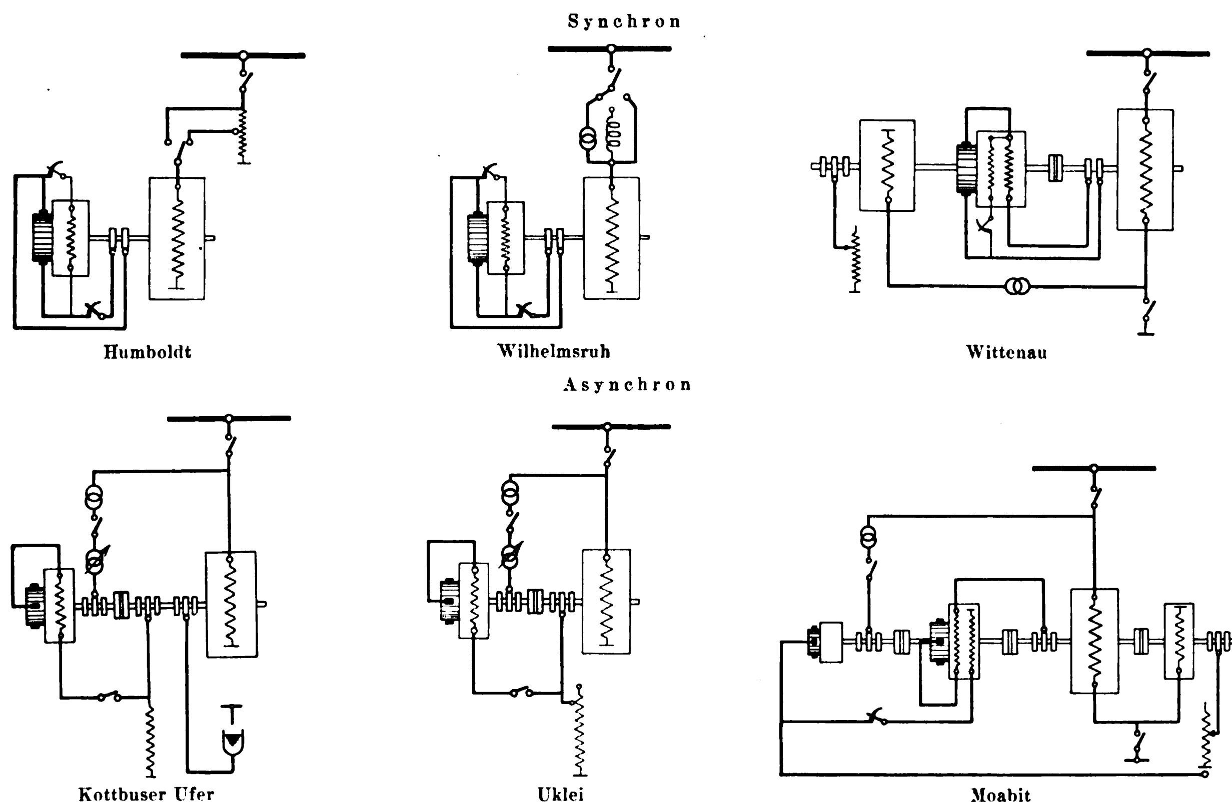


Abb. 3. Anlaßschaltungen der Blindleistungsmaschinen der BEWAG.

II. Asynchronmaschinen.

Bei den Asynchronmaschinen besteht eine noch größere Zahl von Anlaßverfahren. Die einfachste Methode ist das Anlassen mittels normalen Läuferanlassers mit aufgelöstem Nullpunkt. Der Sternpunkt liegt dabei in der Drehstrom-Erregermaschine. Anwendbar ist das Verfahren mit Rücksicht auf den Anlasser bis zu Läuferspannungen von etwa 1800 V. Diese Grenze liegt bei einer Leistung von rd. 4000 BkW, da man mit dem Strom der Kommutatormaschine zweckmäßig nicht über 1000 bis höchstens 1500 A geht, weil sonst die Kommutatoren und der Bürstenapparat zu umfangreich werden.

Bei größeren Läuferstillstandspannungen (bis rd. 3500 ... 4000 V) und bei Leistungen bis etwa 10 000 BkW wurde früher ein Anlaßverfahren gewählt, das Abb. 3 an vierter Stelle zeigt (Abspannwerk Kottbuser Ufer). Der Läufer der Hauptmaschine hat 2 Schleifringsätze, wovon einer mit den Wicklungsenden, der andere mit einer Anzapfung der Läuferwicklung verbunden ist. An ersterem liegt ein fester dreiphasiger Widerstand und parallel dazu ein Schalter, der nach beendetem Anlauf die Erregermaschine zuschaltet, an dem anderen Schleifringsatz ein Flüssigkeitsanlasser. Zunächst wird mit Hilfe des festen Läuferwiderstandes die Blindleistungsmachine auf rd. 80 % ihrer Drehzahl hochgefahren. Die Beendigung des Anlaufvorganges erfolgt mit Hilfe des Anlassers, der nur für einen kleinen Teil der Anlaßarbeit ausgelegt und

Da es nicht ratsam ist, die sehr hohen Läuferstillstandspannungen derartiger Maschinen zur tatsächlichen Entwicklung kommen zu lassen, gibt man der Maschine zunächst entweder nur eine Teilspannung (Drosselspule vor der Ständerwicklung oder in deren Sternpunkt), oder man bedient sich zur Herabsetzung der Läuferstillstandspannung der Dreieck-Stern-Umschaltung der Läuferwicklung unter Verwendung von sechs Schleifringen. (Mit diesen beiden Verfahren können Maschinen mit Stillstandspannungen bis rd. 6900 V [$4000 \cdot \sqrt{3}$] angelassen werden. Das entspricht einer Leistung von 12 000 bis 14 000 BkW).

Durch Kombination der Drossel im Sternpunkt des Ständers mit der Dreieck-Stern-Schaltung der Läuferwicklung lassen sich asynchrone Blindleistungsmaschinen mit einer Leistung bis zu rd. 30 000 BkW direkt mittels festen Widerstandes im Läuferkreis anlassen.

Ein anderer Weg zum Anlassen großer asynchroner Blindleistungsmaschinen ist die Verwendung eines Anwurfmotors. Bei diesem Verfahren bleibt der Ständerschalter der Hauptmaschine zunächst geöffnet, bis der Anwurfmotor auf volle Drehzahl gekommen ist. Zwischen Erregermaschine und Schleifringen der Hauptmaschine liegt ein Widerstand zur Erzeugung des notwendigen Drehmomentes zum Beschleunigen des Maschinensatzes auf die Leerlaufdrehzahl der Hauptmaschine und gleichzeitig zur Begrenzung des Anlaufstromes. Nach Kurzschließung des Hilfswiderstandes und Einleitung der Erregung wird der Anwurfmotor vom Netz abgeschaltet.

[11] Brüderlin, ETZ 1924, S. 1239.

Die letzte Schaltung der Abb. 3 zeigt die Anwendung der bereits vorher bei der Synchronmaschine besprochenen Rosenberg-Schaltung auf die Asynchronmaschine. Nach Beendigung des Hochlaufens des gleichpoligen Anwurfmotors wird die Hauptmaschine so weit erregt, daß sie Blindleistung weder abgibt noch aufnimmt. Dadurch kommt sie auf volle Spannung und übernimmt mit Hilfe ihres Verluststromes die Drehmomentbildung. Über den letzten Kontakt des Anlassers wird gleichzeitig mit der Erregung der Hauptmaschine von dem Frequenzwandler her eine Spannung in den Läuferkreis des Anwurfmotors eingeführt, die einmal den Zweck hat, dessen Stator-AW. zu kompensieren und dadurch seine Ständerspannung zum Verschwinden zu bringen und außerdem die Drehzahl des Maschinensatzes auf die Leerlaufdrehzahl der Hauptmaschine zu erhöhen, so daß dann der Anwurfmotor gefahrlos kurzgeschlossen werden kann.

Gibt man dem Anwurfmotor eine um 1 kleinere Polpaarzahl als der Blindleistungsmaschine, so läßt sich durch entsprechende Wahl der elektrischen und der Sättigungsverhältnisse beider Maschinen erreichen, daß der Anwurfmotor, wenn er versucht, den Maschinensatz über die Synchrondrehzahl der Blindleistungsmaschine hinaus zu beschleunigen, seine Kippgrenze überschreitet und mit seiner Spannung zusammenbricht, wodurch die gesamte Netzspannung auf die Hauptmaschine übergeht und der Anwurfmotor gefahrlos kurzgeschlossen werden kann.

Bei all diesen Schaltungen empfiehlt es sich, die richtige Reihenfolge der einzelnen Schalthandlungen durch eine geeignete Sicherheitsschaltung sicherzustellen. Durch Hinzufügen einiger weniger Schaltelemente lassen sich diese Sicherheitsschaltungen im allgemeinen in eine vollständige Automatik überführen.

Der vorstehende Überblick, der jedoch nicht alle bestehenden Verfahren erfassen konnte, hat gezeigt, daß hinsichtlich der Einfachheit des Anlassens wenigstens bei großen Maschinen kein allzugroßer Unterschied zwischen beiden Maschinengattungen besteht, immerhin ist eine geringe Überlegenheit der Asynchronmaschine insofern festzustellen, als bei ihr, abgesehen von den Schaltungen mit Anwurfmotor, Anlaßzeit und Anlaufstrom fast stets niedrigere Werte aufweisen. Das einfachste Verfahren für Maschinen in der im Berliner Netz gebräuchlichen Größenordnung von 5000 BkW stellt aber doch offenbar das Anlassen einer Synchronmaschine mit Anlaßtransformator und Stufenschalter dar. Die richtige Reihenfolge der Schalthandlungen ist zwangläufig durch die Konstruktion des Stufenschalters bedingt, der häufig auch noch so ausgeführt wird, daß er gleich das Einschalten der Erregung mitbesorgt.

Vom Standpunkt des Anlaßverfahrens hat also die Synchronmaschine für die Verhältnisse, wie sie in den 30/6 kV-Abspannwerken der BEWAG vorliegen, vielleicht ein kleines Plus gegenüber der Asynchronmaschine, denn Anlaßzeit, Höhe und Phasenlage des Anlaufstromes sind hier von untergeordneter Bedeutung, da die Maschinen den Zwecken der Spannungshaltung dienen und nach Fahrplan gefahren werden, so daß es stets möglich ist, sie kurze Zeit, bevor man ihre Blindlastlieferung benötigt, anzufahren. In anderen Netzen und vor allem in Industrieanlagen können jedoch die Verhältnisse ganz anders liegen, so daß man dort zu einer Bevorzugung der Asynchronmaschine mit Rücksicht auf das Anlaßverfahren gelangen könnte.

C. Eignung für Spannungsregelung von Netzen.

Was nun den Betrieb selbst betrifft, so muß man unterscheiden, ob die Blindleistungsmaschine lediglich den Zwecken der Leistungsfaktorverbesserung dient oder ob sie für Spannungsregelung benutzt werden soll. Im letzteren Falle ist es vorteilhaft, sie für Blindleistungsabgabe und -aufnahme auszulegen, wodurch man mit einer Maschine von halber Modellgröße auskommt. Bei einer Asynchronmaschine macht das nicht die mindeste Schwierigkeit. Nimmt man die Erregung vollkommen weg, was ja ohne weiteres möglich ist, so nimmt die Maschine bereits einen gewissen Betrag ihrer normalen Leistung als Blindleistung aus dem Netz auf. Um nun die Aufnahme der gleichen Blindleistung zu erzwingen, die die Maschine normalerweise bei voller Erregung ins Netz abgibt, ist es nur nötig, sie gegenzuerregen, u. zw. um einen wesentlich geringeren Betrag, als ihrer vollen Erregung bei Blindleistungsabgabe entspricht. Zur Veranschaulichung der Verhältnisse zeigt Abb. 4 schematisch die Vektordiagramme einer asynchronen Blindleistungsmaschine bei Erregung und Gegenerregung.

Soll eine Synchronmaschine Blindleistung aus dem Netz aufnehmen, so ergeben sich wesentlich größere Schwierigkeiten als bei einer Asynchronmaschine, denn es ist nicht angängig, die Erregung völlig wegzunehmen, weil dadurch die Maschine Neigung zum Außertrittfallen bekommt. An Gegenerregung ist überhaupt nicht zu denken.

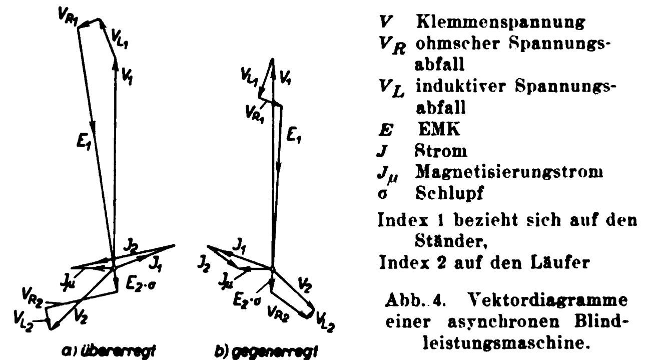


Abb. 4. Vektordiagramme einer asynchronen Blindleistungsmaschine.

Wie hier eine ausreichende Blindleistungsaufnahme erzielt werden kann, sei an Hand von Abb. 5 erläutert. Diese zeigt auf der linken Seite die Leerlaufkennlinie einer normalen synchronen Blindleistungsmaschine lediglich für Blindleistungsabgabe nebst dem Potier-Dreieck für diesen Betriebsfall. Außerdem ist auch noch das Potier-Dreieck für Blindleistungsaufnahme eingezeichnet, aus dessen Größe zu ersehen ist, daß selbst bei völliger Wegnahme der Erregung die Maschine nur eine wesentlich geringere Blindleistung aufnehmen könnte, als sie bei voller Erregung ins Netz abgibt. Man muß durch Vergrößerung des Modelles und Verbreiterung des Luftspaltes der Leerlaufcharakteristik die Form geben, wie sie die

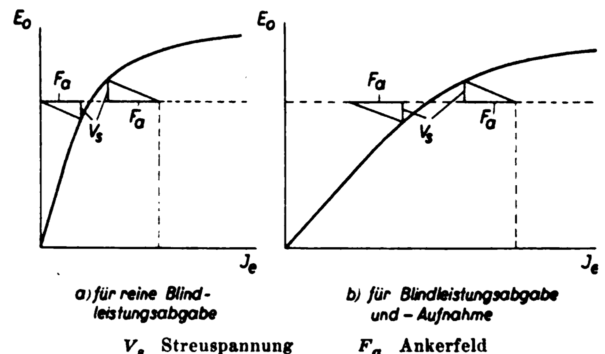


Abb. 5. Leerlaufkennlinien von Synchron-Blindleistungsmaschinen.

rechte Abbildung zeigt. Dadurch ist die Gewähr gegeben, daß auch bei Blindleistungsaufnahme in voller Höhe der Nennleistung noch ein Teil der Erregung vorhanden ist und die Maschine in Tritt hält. Allerdings muß man dabei eine wesentliche Vergrößerung der Erregermaschinenleistung, der Erregerverluste und des Preises der Blindleistungsmaschine in Kauf nehmen. Da zur Erzielung von Blindleistungsaufnahme die Erregung sehr tief heruntergeregelt werden muß, ist es erforderlich, um Unstabilität der Erregermaschine zu vermeiden, diese fremd zu erregen, u. U. mit Hilfe einer Hilfserregermaschine. Für eine derartige Betriebsweise bietet die Asynchronmaschine gegenüber der Synchronmaschine zweifellos geldliche Vorteile. Bei den BEWAG-Abspannwerken ist die Möglichkeit der Gegenerregung nicht so sehr vonnöten, da es sich hier in der Hauptsache darum dreht, in den Werken mit Industrielast durch Entlastung der Transformatoren von Blindlast während der Hauptbelastungszeit die 6 kV-Spannung zu erhöhen.

Im Gegensatz hierzu steht die Betriebsweise der an den Fernstrom-Sammelschienen angreifenden Blindleistungsmaschinen. Hier muß häufig über Nacht der Ladestrom des ausgedehnten 30 kV-Kabelnetzes mit Hilfe dieser Maschinen wenigstens zum Teil kompensiert werden, um die Spannung auf dem im Fahrplan vorgeschriebenen niedrigen Wert halten zu können. Hier ist also Gegenerregung erforderlich.

Für den ersten Fall sind demnach im BEWAG-Betrieb beide Maschinengattungen einander gleichwertig, während für den zweiten Betriebsfall die Asynchronmaschine einen gewissen Vorteil bietet. *(Schluß folgt.)*

Vergleich eines elektrischen Herdes mit einem Kohlenherd.

Übersicht. Aus dem großen Fragenkomplex, der sich aus der Elektrisierung des Haushaltes ergibt, hat sich der Verfasser ein Teilthema zur Behandlung gewählt, welches für die Werbung insofern von Wichtigkeit ist, als damit den vielfachen Bedenken der Hausfrauen in bezug auf eine zu lange Anheizzeit bei elektrischen Kochplatten begegnet wird. Die Beschränkung des Vergleiches auf den Kohlenherd ergab sich aus dem Umstand, daß andere Energiequellen nicht zur Verfügung standen. Er soll mithin auch nur für solche Gebiete Gültigkeit haben, bei denen die gleichen Voraussetzungen erfüllt sind. Die Arbeit stellt lediglich eine Charakterbeschreibung beider Herdarten dar, welche dort aufhört, wo die Kritik ihres weiteren Verhaltens während des Dauerbetriebes anfängt.

Ein großes Wirtschaftsfeld ist der elektrotechnischen Industrie sowie der Elektrizität als solcher erschlossen worden durch die Einfügung des elektrischen Herdes im Haushalt. Es stehen seiner Einführung von Seiten der Hausfrau oft noch die mannigfaltigsten Bedenken entgegen, die sich jedoch bei näherer Betrachtung meistens als Vorurteile charakterisieren. Diese Vorurteile sind begreiflich insofern, als es sich bei der Elektrizität um einen ihr noch wesensfremden Energieträger handelt, und um so schwerer zu überwinden, als die Hausfrau nichts von den wärmetechnischen Eigenschaften des elektrischen Herdes weiß und zu sehr an den Überlieferungen haftet.

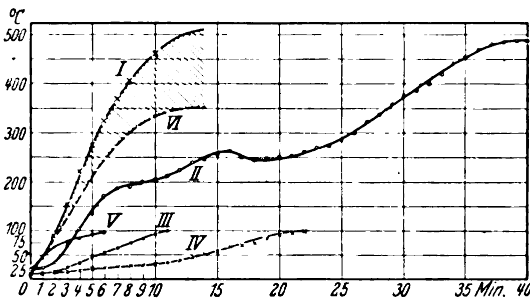


Abb. 1. Anheizzeiten.

Verfasser begegnet z. B. sehr oft bei den Hausfrauen der Meinung, daß das Anheizen der elektrischen Kochplatten im Vergleich mit dem Kohlenherd zu lange Zeit in Anspruch nehme, und als weitere Folge das elektrische Kochen zu teuer sei. Um diesen Irrtum zu widerlegen, bedienen wir uns der graphischen Darstellung. Diese Methode, mit welcher wir auch die Hausfrauen immer mehr vertraut zu machen haben, gestattet uns am besten die ungeschminkte Wiedergabe der wärmetechnischen Eigenschaften sowohl des elektrischen als auch des Kohlenherdes.

Es ist natürlich nicht gesagt, daß der Temperaturverlauf des Kohlenherdes, wie er in Kurve *II* der Abb. 1 dargestellt ist, immer der gleiche ist, denn er ist abhängig von den zugeführten Holz- und Kohlenmengen, aber auch von der Geschicklichkeit der Hausfrau im Feueranmachen. Dagegen ist der Temperaturverlauf bei den Heizplatten des elektrischen Herdes bei gleichbleibenden Spannungsverhältnissen immer der gleiche.

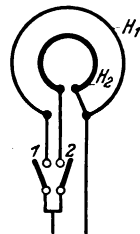
Trotzdem soll aber gezeigt werden, Kurve *VI*, Abb. 1, in welcher Weise sich die Spannungsänderungen auf die Kochzeiten auswirken können, um darzutun, daß dadurch die Werbung gehemmt werden kann. Es ist zu beachten, daß die von den Herdfabrikanten angegebenen Koch-, Brat- und Backregeln konstante Spannungsverhältnisse zur Voraussetzung haben und sich die Hausfrauen hinsichtlich der Bedienung der Schalter streng an die gegebenen Weisungen halten sollen. Daß es dann hier und da zu voneinander abweichenden Koch-, Brat- und Backergebnissen kommen kann, ist erklärlich, aber mit Rücksicht auf die psychologischen Wirkungen auf die Hausfrau unerwünscht, insofern als diese Dinge nicht nur als unangenehm empfunden, sondern auch als unangenehme Eigenschaft der Elektroherde bewertet werden. Wir wollen uns nach dieser kurzen Abschweifung unserer Hauptaufgabe zuwenden.

Zunächst gestattet uns die Zahlentafel 1 eine Übersicht über die Größenverhältnisse der Heizflächen, Ge-

Zahlentafel 1.

Kohlenherd				elektrischer Herd				
Heizfläche in cm²	Brennstoffverbrauch kg	Endtemperatur in °C	Kosten in Pf	Heizfläche der 3 Platten cm²	Nennleistung in W	Stromverbrauch in Wh	Endtemperatur in °C	Stromkosten Pf
2200	Briketts 1,8	485	6,2	165	800	210	510	1,68
—	Holz 0,25	—	0,5	250	1200	295	—	2,36
—	—	—	—	380	1800	450		3,45
2200	2,05	485	6,7	795	3800	935	510	7,49

samtleistung der drei Kochplatten in Watt, Endtemperaturen in Grad Celsius, Verbrauch an Kohle, Holz und Strom, Kostenaufwand, ferner über die Zeit in Minuten, welche erforderlich war, um das angegebene Versuchsergebnis zu erhalten. Die Zeit ist auf der Abszisse des Koordinatensystems aufgetragen und die Wärmegrade auf der Ordinate desselben.



H_1, H_2 Heizwicklungen

Abb. 2.

Die Gesamtleistung und die davon abhängige Temperatur jeder elektrischen Kochplatte setzt sich zusammen aus zwei Einzelleistungen, u. zw. durch die Schalterkombination 1-2-3. Bei der 14,5 cm-Platte erhalten wir während des Versuches beispielsweise bei Schluß des Schalters 1 (Abb. 2) eine Stromaufnahme von 265 W, bei 2 eine solche von 635 W und bei 1 + 2 = 3, wenn beide Heizwicklungen eingeschaltet sind, 265 + 635 = 900 W. Ganz entsprechend sind die Verhältnisse auch bei den übrigen Platten. Durch diese Regelungsfähigkeit wird also jegliche Energieverschwendung vermeidbar gemacht und erst überhaupt die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Kochens gewährleistet.

Beispiel.

1 l Flüssigkeit (Suppe usw.) braucht zum Ankochen auf Schalterstellung 3 von der 1. bis 11. Minute 165 Wh als Maximum an Stromverbrauch und zum Fortkochen bei Schalterstellung 1, auf weitere 49 min bezogen, 216 Wh als Minimum an Stromverbrauch, so daß während einer vollen Stunde mit einer Strommenge von 381 Wh auszukommen wäre, entsprechend einem Preise von 3,05 Pf/h. In der zweiten Stunde ergibt sich eine weitere Ersparnis von rd. 30 %, da die Ankochzeit fortfällt, u. zw. beträgt dieselbe etwa 0,9 Pf/h. Bei derart geringen Betriebskosten (2,1 Pf/h) ist wohl kaum von einer Unwirtschaftlichkeit der elektrischen Küche zu sprechen, zumal dann nicht, wenn man bei der Beurteilung des Wirtschaftlichkeitsfaktors nicht nur den Preis der Kilowattstunde in den Vordergrund stellt, sondern auch alle anderen und z. T. geldwerten Vorteile in die Rechnung einbezieht. Bei Nichtbeachtung dieser Regeln kann man aber bei Schalterstellung 3 für 7,2 Pf/h und bei 2 (anstatt 1) für 5,1 Pf/h an Strom verbrauchen, und darin liegt eben eine große Verschwendung, welche alsdann die Veranlassung von zu hoch empfundenen Stromrechnungen wird. Die zeitliche Bedienung der Schalter erfordert mithin anfänglich einige Aufmerksamkeit und ist gewissermaßen eine psychotechnische Eignungsprüfung bzw. Schulungszeit für die Anfängerin, bis die Übung in Fleisch und Blut übergegangen, d. h. gefühlsmäßig geworden ist.

Wir schalten nun unseren elektrischen Herd ein, u. zw. die kleinste 14,5 cm-Platte, und sehen aus dem Kurvenbild *I* in Abb. 1, wie von Minute zu Minute die Temperatur, u. zw. mit großer Gleichmäßigkeit ansteigt, um in der 14. Minute ihren Höchstwert von 510 ° C erreicht zu haben. Während dieser Zeit haben wir einen Arbeitsverbrauch von 210 Wh. Das entspricht, geldlich ausgedrückt, einem Aufwand von 1,68 Pf. Auf die drei Platten bezogen ergäbe sich ein Gesamtverbrauch von 935 Wh = 1,68 + 2,36 + 3,45 = 7,49 Pf. Das sind 10 % mehr als beim Kohlenherd. (Es ist der Berechnung der 8 Pf/kWh-Tarif zugrunde gelegt, wie er von den größeren Werken den Kochstromabnehmern eingeräumt wird.) Gleichzeitig mit dem elektrischen Herd wurde auch das Kohlenherdfeuer, Kurve *II*, Abb. 1, angezündet.

Bis zur 6. Minute sehen wir den Einfluß der intensiveren Holzverbrennung, alsdann beginnen sich die Einflüsse der Kohlenverbrennung und diejenigen Vorgänge, welche mit der Unterhaltung des Feuers in Zusammenhang stehen, bemerkbar zu machen, bis wir nach mehreren Temperaturschwankungen in der 40. Minute eine konstante Temperatur von 485 ° erzielt haben, welche bei dem elektrischen Herd schon in der 11. Minute erreicht war. Das bedeutet eine fast dreifach längere Wartezeit beim Kohlenherd gleich einer Zeitverzögerung von rd. 200 %. Wie sich dieser Umstand auswirkt, ersehen wir aus den Kurven *III* und *IV* der Abb. 1. Wir stellen auf die elektrische Kochplatte (18 cm) und auf die Kohlenherdplatte, beide in kaltem Zustande, ein Gefäß mit 1 l Wasser von einer Anfangstemperatur von 12 ° C. Nach 11 min Einschaltedauer haben wir mit einem Kostenaufwand von 1,85 Pf kochendes Wasser, während der Kohlenherd 22 min gebraucht, um uns diesen 1 l kochendes Wasser zu liefern, u. zw. mit einem Kostenaufwand von 6,7 Pf. Auch hier eine Zeitverzögerung von 100 %. Gleichgültig, ob wir nun die mit dem Kohlenherd erzeugten Wärmeeinheiten nutzbar verbraucht haben oder nicht, es waren immerhin rd. 6800 kcal erforderlich, um die Heizfläche von 2200 cm² auf die zum Kochen notwendige Temperatur zu bringen, gegenüber dem Verbrauch von 805 kcal bei allen drei elektrischen Kochplatten mit zusammen 795 cm², d. h. der Kohlenherd macht einen fast neunfach größeren Energieaufwand nötig, bei nur dreifach größerer Heizfläche. Dieses Mißverhältnis zeigt uns eindeutig die schlechte Wärmeausbeute der Kohle. Auf 1 cm² Heizfläche des Kohlenherdes entfallen rd. 3 kcal und beim elektrischen Herd 1 kcal. Es sei kurz noch eines weiteren Vorteils der elektrischen Kochplatten gedacht, welcher in der großen Wärmespeicherfähigkeit liegt. Wir sehen aus der Kurve *V*, Abb. 1, daß man mit einer maximal aufgeheizten 18 cm-Platte in 6 min noch 0,5 l Wasser zum Kochen bringen kann oder, was gleichbedeutend ist, 1 l Wasser auf 50 ° C. Aus all dem Gesagten geht zweifelsfrei hervor, daß die von den Hausfrauen so vielfach geäußerten Bedenken in bezug auf eine zu lange Anheizzeit keine Berechtigung haben und daß dem elektrischen Herd der Vorzug schnellster Betriebsbereitschaft gegenüber dem Kohlenherd nicht streitig zu machen ist.

Es soll noch kurz das Verhalten des elektrischen Herdes im Dauerbetrieb gegenüber dem Kohlenherd gestreift werden. Man ist bei Beurteilung der Dinge sehr leicht geneigt, davon auszugehen, daß 1 kg gute Kohle rd. 7000 ... 8000 kcal liefert, während 1 kWh nur 864 kcal zu erzeugen imstande ist, d. h. einen neunmal geringeren Wert besitzt als 1 kg Kohle. Diese Betrachtungsweise ist aber insofern nicht absolut richtig, als es bei der praktischen Verwendung nicht auf die theoretischen Werte allein ankommt, sondern in erster Linie auf den Ausnutzungsfaktor des Heizmittels. Bekanntlich wird die Kohle bei den meisten Heizungsarten nur mit etwa 50 bis 60 % ihres Heizwertes ausgenutzt. (Der Nutzeffekt bei elektrischen Heizungen beträgt aber annähernd 100 %.) Daraus ergibt sich die einfache Beziehung 1 kg Kohle $\sim$ 5 kWh (1 m³ Gas $\sim$ 4 kWh) elektrische Arbeit.

Diesem Mißverhältnis wird die zukünftige Tarifgebarung der Elektrizitätswerke Rechnung zu tragen haben. Es darf nicht vergessen werden, daß die Strompreise nicht zuletzt auf dem Konkurrenzprinzip aufgebaut sind. Eine vernunftgemäße Strompreispolitik hat mithin nur die Bedingungen zu schaffen, daß die Elektrizität erfolgreich mit anderen Energiearten, wie z. B. Petroleum, Spiritus, Benzin usw., konkurrieren kann. Die Kohle in 20 Mill Haushaltungen aus dem Felde zu schlagen, steht in absehbarer Zeit nicht zu erwarten. Das hat auch der Gasherd nicht vermocht. Grundsätzlich möchte ich aber der Überzeugung sein, daß dort, wo es sich nicht um einen allzu langen und großen Wärmebedarf handelt, die Elektrizität im Vorteil ist. Dieser Beweis ist deutlich auch bei den geschilderten Anheizvorgängen zutage getreten. *K.*

Das Rogowski-Fischersche Pendelelektrometer für hohe Spannungen.

Von **H. Wingen**, Aachen.

Vor einem Jahre hat Rogowski ein einfaches, leicht tragbares, billiges Pendelelektrometer für hohe Gleich- und Wechselspannungen angegeben[1]. Es ist ein aus dem bekannten Blättchenelektroskop hervorgegangenes Hochspannungsinstrument. Dasselbe besteht im wesentlichen aus zwei leichten, flächenhaften, dicht aneinanderhängenden Pendeln mit gut abgerundeten Kanten, die sich durch die Kraftwirkung der angelegten Spannung auseinander bewegen.

Bereits die ersten Ausführungen zeigten, daß sich auf dieser Grundlage ein gutes Meßinstrument entwickeln läßt. Die weiteren Arbeiten haben ergeben, daß es zweckmäßig ist, das Instrument mit einem festen, ringförmigen Reifen (Abb. 1) zu umgeben, der mit dem Elektrometer auf dasselbe Potential gebracht wird (nach K. Fischer). Für verschiedene Meßbereiche empfiehlt es sich, nicht einen einzigen, sondern mehrere Reifen zu wählen und diese (Abb. 2) je nach dem Meßbereich zu spreizen (nach Rogowski). Abb. 1 und 2 zeigen den Ausschlag beide Male für 60 kV und verdeutlichen so die Änderung des Meßbereiches. Es konnten bereits Spannungen von 800 kV mit dem Instrument gemessen werden. Bei sehr genauen Messungen empfehlen sich geerdete Elektroden zu beiden Seiten des Elektrometers, damit Fremdfeldern der Eingriff verwehrt wird.

Den Flügeln des Instrumentes kann man eine kreisring- oder hufeisenförmige Begrenzung geben. Wesentlich ist nur sehr leichtes widerstandsfähiges Material (Ring aus Cellon; Ringfläche aus metallisierter dünner Seide). Auf diese Weise habe ich das Gewicht des Flügels — bei einer wirksamen Fläche von 400 cm² — einschließlich Skala und Zeiger auf 9 g bringen können. Eine weitere Verminderung des Gewichts bis auf 5 g wird erreicht werden können.

Die Meßgenauigkeit ist genügend groß. Spannungsänderungen herunter bis zu 0,6 % der Nennspannung sind noch gut zu messen. Bereits jetzt steht fest, daß auf dieser Grundlage ein gutes, sehr einfaches Instrument erzielbar ist, das selbst für die höchsten Spannungen brauchbar bleibt[2]. Genaueres soll demnächst im Archiv für Elektrotechnik berichtet werden. — Den Herren Prof. Rogowski und Prof. Fischer sowie der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft habe ich zu danken.

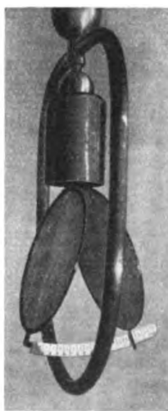


Abb. 1. Pendelelektrometer für 60 kV.

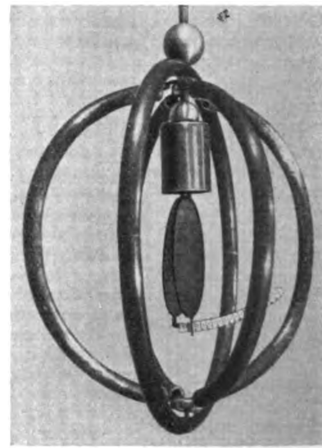


Abb. 2. Pendelelektrometer mit veränderlichem Durchgriff für sehr hohe Spannungen. (1/10 nat. Größe.)

[1] W. Rogowski, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 521 (1931).

[2] Das Instrument wird von der Hochspannungs-Gesellschaft m. b. H., Köln-Zollstock, geliefert.

Zur Statistik der deutschen Elektrizitätswirtschaft seit 1925.

Von Dipl.-Ing. **Herwarth v. Renesse**, Berlin.

Übersicht. **Auf Grund der amtlichen Erhebungen werden Zahlentafeln und Diagramme gegeben, die die Entwicklung seit 1925 zeigen, bezogen auf Provinzen, Länder und auf Wirtschaftsgebiete. Die übliche Abgrenzung der Wirtschaftsgebiete wird kritisch erörtert.**

Die Entwicklung der deutschen Elektrizitätswirtschaft läßt sich nur roh erkennen, wenn man die Zahlen für das gesamte Reich bzw. für einige wenige große Wirtschaftsgebiete ins Auge faßt. Die verschieden verteilten Industriearten ebenso wie die teilweise örtlich engbegrenzten Energiequellen lassen sich in ihrem Einfluß auf die Elektrizitätswirtschaft erst erkennen, wenn man kleinere Gebiete zugrunde legt. Die amtlichen Veröffentlichungen nach den jährlich angestellten Erhebungen[1] sind nach Provinzen bzw. Ländern unterteilt. Daneben kommen summarische Übersichten für drei oder vier Hauptwirtschaftsgebiete vor.

Die in den Veröffentlichungen gebrachten Zahlenwerte sind für die Zwecke des vorliegenden Aufsatzes sowohl nach Provinzen bzw. Ländern als auch nach Wirtschaftsgebieten für die Zeit seit der ersten amtlichen Erhebung im Jahre 1925 zusammengestellt. Aus der umfangreichen Untersuchung wird im vorliegenden Aufsatz nur die Stromerzeugung und die Leistungsfähigkeit behandelt, u. zw. insgesamt und nach den Anteilen der öffentlichen Werke bzw. der Eigenanlagen.

A. Stromerzeugung und Leistungsfähigkeit (insgesamt, d. h. öffentliche Werke und Eigenanlagen).

Abb. 1 a und 1 b zeigen die absoluten Werte der erzeugten Arbeit (bis zur Spitze der weißen Balken) und der installierten Leistung (schwarze Balken). Die zugehörigen Werte in Zahlentafel 1 a und 1 b sind um einige Stellen gekürzt wiedergegeben.

Die Darstellung der absoluten Beträge zeigt zwar die außerordentlich verschiedenen Anteile der Provinzen und Länder an der gesamten Stromerzeugung, sie läßt aber bei kleinen Beträgen nur noch schwer die Entwicklung von Jahr zu Jahr erkennen. Aus diesem Grunde und wegen Platzersparnis wurden die Provinzen Grenzmark Posen-Westpreußen und Hohenzollern sowie die Länder Braunschweig, Anhalt, beide Mecklenburg, Oldenburg, beide Lippe und die Hansestädte Hamburg, Bremen und Lübeck in dieser Aufstellung fortgelassen. Der Anteil der nicht berücksichtigten Gebiete an der deutschen Gesamtstromerzeugung betrug sowohl 1925 wie 1930 weniger als 4 %.

Aus Platzmangel wurde für die Wirtschaftsgebiete (Abb. 1 b) ein anderer Maßstab gewählt als für die Provinzen und Länder (Abb. 1 a).

Ein Längenvergleich der schwarzen (kW) und weißen (kWh) Balken gestattet das Abschätzen der Ausnutzung. Im Idealfall (8760 h) müßten die schwarzen 1/8,76 der weißen sein. Bei gleicher Länge würde die Benutzungsdauer 1000 h sein. Je kürzer die schwarzen Balken im Verhältnis zu den weißen sind, desto besser die Ausnutzung.

Klarer als die absoluten Beträge zeigen die relativen Werte die Entwicklung in den Landesteilen (Abb. 2 u. 4). Die Stromerzeugung des Jahres 1925 wurde gleich 100 % gesetzt; für die installierte Leistung mußte 1926 als Bezugszeit gewählt werden, da die amtliche Veröffentlichung für 1925 solche Angaben nicht enthält. In den Abb. 2 und 4 bzw. den Zahlentafeln 2 und 3 sind Nieder- und Oberschlesien zusammengefaßt, ebenso Brandenburg und Berlin. Gegenüber Abb. 1 a wurden ferner die Länder Braunschweig und Mecklenburg-Schwerin zugefügt.

Die Teilkrise des Jahres 1926 zeigt sich in der verringerten Stromerzeugung im Freistaat Sachsen, Württemberg, Baden und Thüringen; diese Erscheinung wird in den Kurven der üblichen großen Wirtschaftsgebiete vollständig unterdrückt. Die Erzeugung ist sonst bis 1929, teilweise bis 1930, lebhaft gestiegen, nur Thüringen macht eine Ausnahme, da dessen wirtschaftlich schon lange schwer kämpfende Bevölkerung weder im Handwerk und in Industrie noch im Haushalt die in den anderen Ländern zu beobachtende Aufwärtsbewegung nennenswert mitmachen konnte. Die absolut höchste Steigerung der Stromerzeugung weist die Rheinprovinz, die relativ höchste das Land Mecklenburg-Schwerin auf.

Die relative Entwicklung der Leistungsfähigkeit (kW) zeigt die bekannte Erscheinung des anhaltenden Ausbaus trotz Rückgang der Erzeugung seit 1930. Wegen der langen Lieferzeit großer Maschinen wird die Kurve der installierten Leistung derjenigen der Erzeugung immer um $1\frac{1}{2} \cdots 2$ Jahre in der Tendenz nachhinken. Bei aufsteigender Bewegung erhöht diese Erscheinung die Ausnutzung, bei absteigender Tendenz verringert sie sie. Am

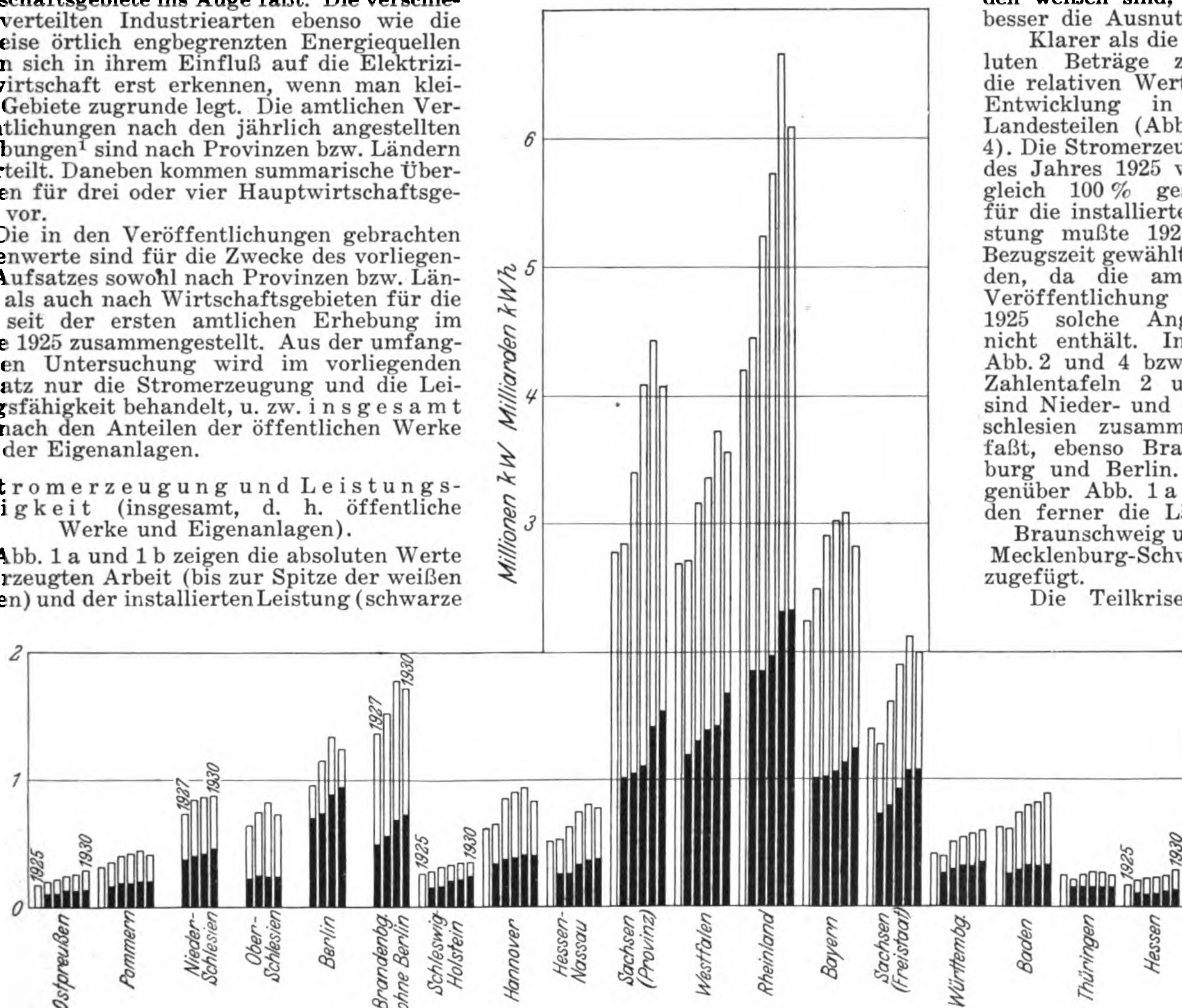


Abb. 1 a. Stromerzeugung und Leistungsfähigkeit nach Provinzen und Ländern, 1925 bis 1930.

[1] für das Jahr 1925 in: Wirtsch. u. Statist. Bd. 7, S. 578 ... 581 (1927);
„ „ „ 1926 „ „ „ „ „ 8, „ 530 ... 533 (1928);
„ „ „ 1927 „ „ „ „ „ 9, „ 74 ... 79 (1929);
„ „ „ 1928 „ „ „ „ „ 9, „ 862 ... 866 (1929);
„ „ „ 1929 „ „ „ „ „ 10, „ 482 ... 487 (1930);
„ „ „ 1930 „ „ „ „ „ 12, „ 326 ... 329 (1932).

Zahlentafel 1a. Stromerzeugung und Leistungsfähigkeit nach Provinzen und Ländern von 1925 bis 1930.

Landesteil bzw. Land	gesamte Stromerzeugung in Mill kWh						gesamte installierte Leistung in tausend kW				
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1926	1927	1928	1929	1930
Ostpreußen	173	201	221	245	256	285	105	106	129	128	132
Pommern	322	356	403	426	450	418	162	188	183	199	201
Niederschlesien	—[1]	—[1]	735	848	866	877	—[1]	371	406	421	461
Oberschlesien	—	—	645	756	822	731	—	222	249	242	239
Berlin	—	—	958	1 149	1 340	1 242	—	704	739	883	946
Brandenburg (ohne Berlin)	—	—	1 367	1 520	1 772	1 718	—	497	562	687	730
Schleswig-Holstein	261	274	312	328	368	377	157	165	213	220	244
Hannover	623	646	851	897	933	825	339	374	391	412	411
Hessen-Nassau[2]	516	560	633	748	810	778	262	266	341	370	381
Sachsen (Provinz)	2 783	2 847	3 409	4 091	4 440	4 081	1 010	1 045	1 133	1 413	1 532
Westfalen	2 689	2 716	3 160	3 364	3 724	3 560	1 196	1 305	1 384	1 423	1 671
Rheinland	4 205	4 463	5 240	5 734	6 660	6 090	1 850	1 852	1 970	2 315	2 327
Preußen	14 516	15 239	17 955	20 128	22 470	21 008	6 605	7 106	7 713	8 728	9 288
Bayern	2 245	2 499	2 913	3 030	3 091	2 827	1 011	1 021	1 067	1 133	1 246
Sachsen (Freistaat)	1 405	1 286	1 614	1 904	2 127	2 008	738	799	930	1 074	1 082
Württemberg	419	400	514	550	582	607	268	299	325	319	356
Baden	603	589	739	795	820	886	265	297	332	327	338
Thüringen	254	217	257	273	269	246	160	167	166	162	163
Hessen	174	208	229	237	247	293	144	100	110	129	141
Braunschweig	89	101	117	121	132	128	50	59	58	65	66
Mecklenburg-Schwerin	40	42	52	59	66	69	30	31	38	39	40
Deutsches Reich	20 328	21 217	25 134	27 870	30 660	28 914	9 555	10 243	11 102	12 416	13 168

[1] Die amtliche Veröffentlichung bringt bis 1926 nur die Angaben für Schlesien insgesamt bzw. für Brandenburg einschl. Berlin.
[2] Seit 1928 einschl. Waldeck.

Zahlentafel 1b. Stromerzeugung und Leistungsfähigkeit nach Wirtschaftsgebieten von 1925 bis 1930.

Wirtschaftsgebiet	gesamte Stromerzeugung in Mrd kWh						gesamte installierte Leistung in tausend kW				
	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1926	1927	1928	1929	1930
Mitteldeutschland	6,05	6,10	7,35	8,66	9,68	9,05	2 673	3 044	3 365	4 057	4 291
Rheinland-Westfalen	6,89	7,18	8,40	9,10	10,38	9,65	3 046	3 157	3 354	3 738	3 998
Süddeutschland	3,27	3,49	4,17	4,38	4,49	4,32	1 544	1 617	1 724	1 779	1 940
Nordwestdeutschland	1,37	1,45	1,79	1,92	2,08	1,96	757	846	927	1 033	1 060

stärksten ist der Zuwachs der installierten Leistung für Brandenburg einschließlich Berlin, am kleinsten für Thüringen, aus den schon besprochenen Gründen.

B. Anteil der öffentlichen Werke.

Den Anteil, den die öffentlichen Werke jedes Jahr an der Stromerzeugung und an der installierten Leistung haben, veranschaulichen die Abb. 3 und 5 nach den Zahlentafeln 2 und 3. Hier zeigt sich wieder deutlich, daß allein die Kurven der Hauptwirtschaftsgebiete kein annähernd vollständiges Bild liefern. Interessant ist der Zuwachs der Eigenanlagen in Schlesien, Baden und Mecklenburg-Schwerin. Da aber der Ausbau der Werke in erster Linie die öffentlichen Unternehmungen betraf, ist deren Anteil im allgemeinen steigend. Hinsichtlich der Erzeugung hielten sich beide 1927/28 die Waage; hinsichtlich der Leistungsfähigkeit (kW) lag das Übergewicht schon früher auf seiten der öffentlichen Werke, auf Grund der besseren Ausnutzung vieler Eigenanlagen, die wieder in der durchlaufenden Arbeitsweise ihrer Hauptindustriezweige (Bergbau, Hüttenwesen, Großchemie) begründet ist.

Da die amtliche Veröffentlichung für 1925 keine Angaben über Stromerzeugung und Leistungsfähigkeit der öffentlichen Werke allein enthielt, konnten deren Anteile nicht berechnet werden. Die Kurven beginnen daher, ebenso wie die schwarzen Balken in Abb. 1, erst mit dem Jahre 1926.

C. Abgrenzung der Wirtschaftsgebiete.

Die übliche Einteilung ist:

Wirtschaftsgebiet	umfassend
Mitteldeutschland	Brandenburg mit Berlin, Provinz Sachsen u. Freistaat Sachsen
Rheinland-Westfalen	Rheinprovinz und Westfalen
Süddeutschland	Bayern, Württemberg und Baden

Es wurde noch hinzugefügt:

Nordwestdeutschland	Hannover, Oldenburg, Schleswig-Holstein und Hanse-Städte.

Ein Wirtschaftsgebiet „Ostdeutschland“ erschien unzweckmäßig, da Ostpreußen ziemlich selbständig dasteht und auch Pommern mit Schlesien nur durch die schmale Grenzmark Posen-Westpreußen verbunden ist.

Große Gebiete wie Thüringen, Hessen und Mecklenburg kommen in dieser Einteilung überhaupt nicht vor, was sich lediglich in Hinblick auf ihren geringen Anteil an der Gesamtelektrizitätswirtschaft nicht rechtfertigen läßt.

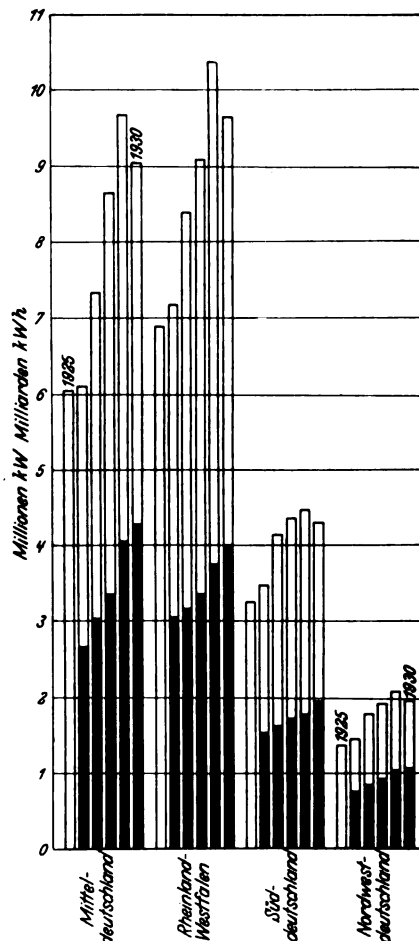


Abb. 1 b. Stromerzeugung und Leistungsfähigkeit nach Wirtschaftsgebieten, 1925 bis 1930.

Die Gegenüberstellung von Wirtschaftsgebieten und Provinzen bzw. Ländern hat gezeigt, daß erstere zu groß sind, um manche bezeichnende Merkmale erkennen zu lassen. Es handelt sich darum, eine bessere Bezugsform

Zahlentafel 2. Entwicklung der Stromerzeugung seit 1925 und Anteil der öffentlichen Werke.

Landesteil, Land bzw. Wirtschaftsgebiet	gesamte Stromerzeugung 1925 = 100 %					Anteil der öffentlichen Werke. Gesamtstromerzeugung = 100 %				
	1926	1927	1928	1929	1930	1926	1927	1928	1929	1930
Ostpreußen	116	128	142	148	165	47,7	50,8	51	54,5	56,5
Pommern	111	125	134	140	130	55	55	55,5	55	56
Schlesien	112	130,5	152	160	152	58	54,5	52,5	50,5	49,5
Brandenburg mit Berlin	106	125	143,5	167,5	159,5	77	81	84	85,5	82
Schleswig-Holst.	105	120	126	141	145	69	68	68	72	75
Hannover	104	138	144	150	133	44	50	50	48	48
Hessen-Nassau	107	122,5	145	157	151	61,5	68	71,5	75,5	78,5
Sachsen (Prov.)	102	123	147	159	147	42	41,7	42,5	42,5	45
Westfalen	101	117,5	125	139	132,5	22,6	25,4	26	26,5	29
Rheinland	106	125	136,5	158,5	145	42	38	40	49	52
Preußen	105	124	138,5	155	145	46	46	47,5	50,5	52,5
Bayern	111	130	135	138	126	42	44	47	49	45,5
Sachsen (Freist.)	91,5	115	135	151	143	56,5	59,5	64,5	66,5	71
Württemberg	95,5	122,5	131	139	145	69	73	73,5	75	76
Baden	98	122,5	132	136	147	76	79	78	78	74,5
Thüringen	85	101	107,5	106	97	23	23,5	25	27	28
Hessen	120	132	136	142,5	169	45	53	54	58,5	70
Braunschweig	113	131	135	148	143	35	36	40	42	40,5
Mecklenburg-Schwerin	106	132	148	168	176	70	70,5	71	69	68,5
Deutsches Reich	104	124	137,5	151	142	48	49	51	53,4	55
Mitteldeutschl.	101	121,5	143,5	160	150	56	58	60,5	61	64
Rheinland-Westfalen	104	122	132	151	140	35	33,5	34,7	41	43,5
Süddeutschland	107	127,5	134	137,5	132,5	51	53,5	56	57,5	55,5
Nordwestdeutschland	106	131	140	152	143	62,5	64	66	67	68,5

zu finden. Die politische Teilung, wie sie, um die amtlichen Unterlagen benutzen zu können, in vorliegendem Aufsatz gewählt worden ist, kann ebenfalls nicht als der beste Weg bezeichnet werden. So ist z. B. Hannover in seinem nördlichen Teil wesentlich anders als im südlichen;

Zahlentafel 3. Entwicklung der Leistungsfähigkeit seit 1926 und Anteil der öffentlichen Werke.

Landesteil, Land bzw. Wirtschaftsgebiet	gesamte installierte Leistung 1926 = 100%				Anteil der öffentlichen Werke. Gesamte installierte Leistung = 100%				
	1927	1928	1929	1930	1926	1927	1928	1929	1930
Ostpreußen	101	124	122	126	61	58,4	67	66	64,5
Pommern	116	112	122	124	68,5	72	71	71	71
Schlesien	102	113	114	120	60	56,5	52	52,5	55
Brandenburg mit Berlin	130	140	172,5	181	73,5	79	81	86	84,5
Schleswig-Holstein	105	136	140	156	71	70	76	79	78
Hannover	110	115	121,5	121	48,5	55	53,5	50,5	50,5
Hessen-Nassau	101,5	131	141	145,5	63	64	71	74	75,5
Sachsen (Provinz)	103,5	112	140	152	43,5	43	42,5	50,5	49,5
Westfalen	109	116	119	140	33	33	35	34,5	36,5
Rheinland	100	106,5	125	127	50	48	45	52	52
Preußen	108	117	132	141	51	53	53	57	57
Bayern	101	106	112	123	55	59	58,5	61,5	65
Sachsen (Freistaat)	108	126	146	147	60	60,5	67	70	71
Württemberg	112	121,5	119	133	69	72	75	74	75,5
Baden	112	125	123,5	127,5	73	75	77,5	76	72
Thüringen	104	103,5	100,5	102	42	38	38,5	37	37
Hessen	87,5	96,5	113	124	60	50	52	59	61
Braunschweig	119	116	131	133	49,5	51	53	50	50
Mecklenburg-Schwerin	106	115	133,5	136,5	76	74,5	75	78	71
Deutsches Reich	107	116	130	138	54	56	56,5	60,5	60,5
Mitteldeutschland	114	126	152	161	58,5	62	64	69,5	68,5
Rheinland-Westfalen	103,5	110	122,5	131,5	42	42	41	45,5	45,5
Süddeutschland	105	111,5	115	126,5	60,5	64,5	65	66,5	68
Nordwestdeutschland	112	122,5	136,5	140	64	69	70,5	72	71,5

ähnliches gilt für Bayern. Diese Gesichtspunkte sind bei der Bewertung der gegebenen Zahlentafeln und Abbildungen zu beachten.

Das Ziel muß sein, durch die Einteilung solche Gebilde zu bekommen, die die Einflüsse der jeweils örtlich überwiegenden Industriearten ebenso erkennen lassen wie die von örtlich begrenzten Energiequellen. Die großen

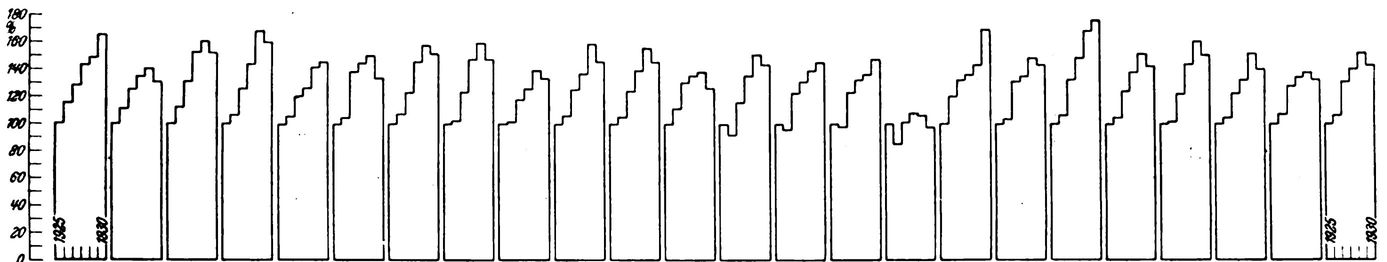


Abb. 2. Entwicklung der Stromerzeugung seit 1925.

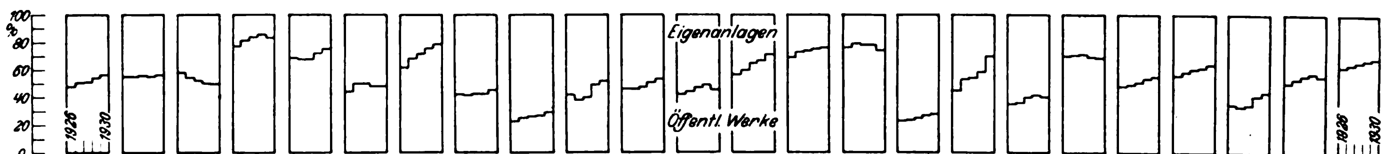


Abb. 3. Anteil der öffentlichen Werke an der Stromerzeugung.

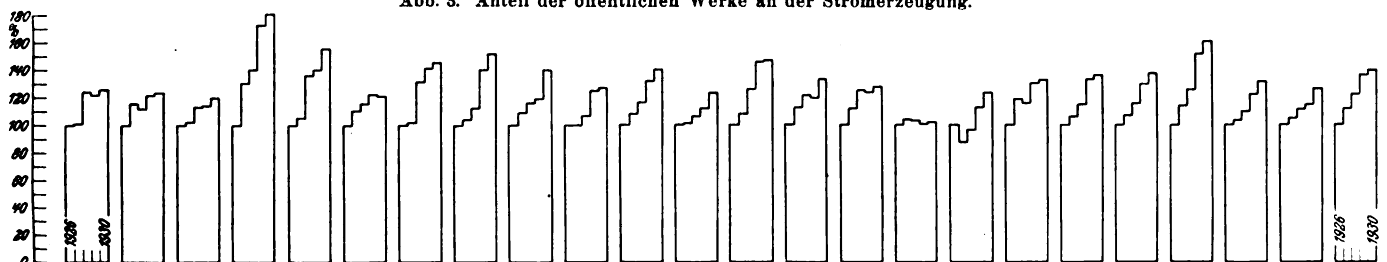


Abb. 4. Entwicklung der Leistungsfähigkeit seit 1926.

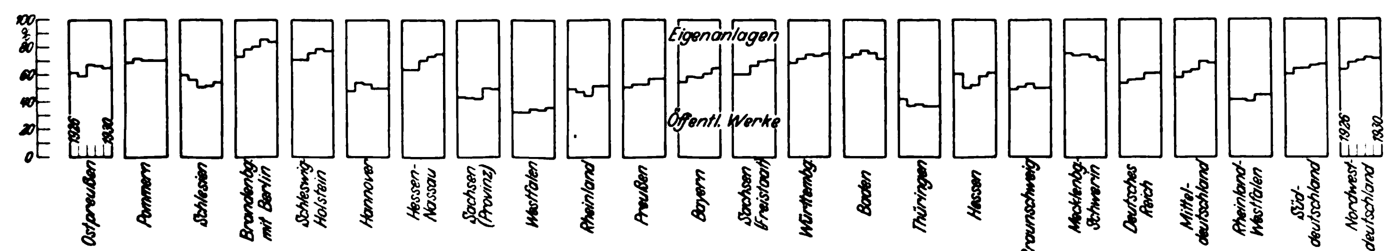


Abb. 5 Anteil der öffentlichen Werke an der Leistungsfähigkeit.

Städte Berlin, Hamburg und einige andere müßten dabei für sich bleiben, zumal sie sich stark von ihrer Umgebung abheben.

Es scheint fast, als sei diese Aufgabe nur noch schwer lösbar. In dem Maße, in dem durch die zunehmende Fernversorgung auch benachbarte Gebiete (oder Provinzen bzw. Länder) von bestimmten, oft durch die Energiequellen bedingten Stellen aus versorgt werden, wird eine Einteilung in typische Versorgungsgebiete immer schwieriger und damit die Struktur der Elektrizitätswirtschaft für tiefere Einblicke immer undurchsichtiger; es sei denn, man führte eine Erhebung ein, die nicht nur bei der Erzeugung, sondern auch am Verbrauchsorte des Fernstroms die den Elektrizitätswirtschaftler interessierenden Größen feststellt (z. B. Erzeugung, Leistungsfähigkeit, Anteile der Energiequellen, Anteile der Größenklassen der Maschinen).

Zusammenfassend bringt die Abhandlung die Stromerzeugung und die installierte Leistung der Jahre 1925 bis 1930 in absoluten Beträgen und bezogen auf den Stand 1925 bzw. 1926. Als Bezugsgrundlage dienen die politischen Landes- und Provinzgrenzen sowie die Hauptwirtschaftsgebiete.

Weitere Ergebnisse der Untersuchung (Arbeits- und Leistungsdichte, Anteil der Energiequellen und der Größenklassen der Maschinen) werden in einem späteren Aufsatz behandelt.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 319.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, werden den Systemen 129 bzw. 160 folgende Elektrizitätszählerformen als Zusatz eingereiht.

I. Zusatz zu System 129, die Formen CRoo, CRood, CRd, DRd, CRod und DRod, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma **Paul Firchow Nachfgr. — Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Berlin.**

II. Zusatz zu System 160, die Form FFP 3, Induktionszähler für Drehstrom ohne Nulleiter, hergestellt von der Firma **Paul Firchow Nachfgr. — Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Berlin** und von der Firma **Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Zug in der Schweiz.**

Berlin-Charlottenburg, den 28. Juni 1932.

Der Präsident
der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

— —

Beschreibung.

I. Zusatz zu System 129,

die Formen CRoo, CRood, CRd, DRd, CRod und DRod, Induktionszähler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von der Firma Paul Firchow Nachfgr. — Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Berlin.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 304 vom 18. VIII. 1931 (ETZ 1931, S. 1308) zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzähler der Form CRo können für die Meßbereiche 5 A 220 V und 10 A 220 V bei der Nennfrequenz 50 Per/s auch in einer abgeänderten Ausführung mit der Formbezeichnung CRoo beglaubigt werden. Die Zähler der Form CRoo unterscheiden sich von denen der Form CRo durch geänderte Wickeldaten der Strom- und Spannungsspulen. Außerdem ist der Rückschlußbügel für die magnetischen Kraftlinien der Hauptstromspule durch seitlich am Spannungseisen angenietete lamellierte Eisenklötzchen ersetzt. Ferner sind die Polflächen der beiden Stromeisenzinken durch aufgesetzte Blechstücke vergrößert und das Eisenschutzblech zwischen dem Hauptstromeisen und dem Bremsmagneten ist fortgelassen.

Die Zähler können auch dann beglaubigt werden, wenn sie anstatt eines Einfachzählwerkes ein Doppeltarifzählwerk mit Umschaltelektromagneten und einer zugehörigen, getrennt angeordneten Umschaltuhr besitzen. Sie führen in dieser Ausführung die Formbezeichnung CRood. Die Ankerscheibe betätigt bei ihrer Drehung über eine mit ihr gekuppelte Schwenkwelle das eine oder das andere der beiden übereinander angeordneten Zählwerke, je nachdem, ob der Stromkreis des Elektromagneten durch die Uhr geschlossen ist oder nicht. Die Uhr ist in die Zulassung zur Beglaubigung nicht mit einbegriffen.

Die Doppeltarifeinrichtung mit getrennter Uhr kann auch bei den durch die Bekanntmachungen Nr. 268 vom 24. XI. 1928 (ETZ 1929, S. 234) und Nr. 304 vom 18. VIII. 1931 (ETZ 1931, S. 1308) zur Beglaubigung zugelassenen Wechselstromzählern der Formen CR, DR, CRo und DRo des Systems 129 verwendet werden. Die Zähler führen dann die Formbezeichnungen CRd, DRd, CRod und DRod. Sie können für die gleichen Meßbereiche wie die Zähler ohne Doppeltarifeinrichtung beglaubigt werden.

Die untersuchten Zähler der Formen CRoo und CRood hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 5,1 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,3 bis 0,4 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 28 g, die Drehzahl der Zähler zu 33 U/min festgestellt. Der Eigenverbrauch im Hauptstromkreis betrug bei 5 A Nennstrom etwa 0,40 W, im Spannungskreis bei 220 V Nennspannung etwa 0,59 W bei der Frequenz 50 Per/s.

II. Zusatz zu System 160,

die Form FFP 3, Induktionszähler für Drehstrom ohne Nulleiter, hergestellt von der Firma Paul Firchow Nachfgr. — Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Berlin und von der Firma Landis & Gyr Aktiengesellschaft in Zug in der Schweiz.

Die durch die Bekanntmachung Nr. 305 vom 27. VIII. 1931 (ETZ 1931, S. 1388) zur Beglaubigung zugelassenen Induktionszähler für Drehstrom ohne Nulleiter der Form FF 1 des Systems 160 können für die Meßbereiche 5 A 100 V und 5 A 110 V bei Nennfrequenzen von 40 bis 60 Per/s auch in einer abgeänderten Ausführung mit der Formbezeichnung FFP 3 beglaubigt werden. Die Zähler der Form FFP 3 unterscheiden sich von denen der Form FF 1 in folgenden Punkten:

1. Die Wickeldaten der Strom- und Spannungsspulen sind geändert.
2. Die Dicke der Systemscheiben ist erniedrigt.
3. Die Zähler sind statt mit 2 mit 4 Bremsmagneten versehen, von denen je 2 auf die obere und die untere Systemscheibe einwirken.
4. Die Vorrichtung zur Temperaturkompensation ist geändert. Diese Vorrichtung besteht darin, daß an dem Maul eines jeden der 4 Bremsmagnete ein Klötzchen aus einem Material angebracht ist, dessen magnetische Durchlässigkeit von der Temperatur abhängig ist. Der Gegenpol des Spannungseisens besteht daher nicht mehr aus einem Bimetallstreifen, sondern aus gewöhnlichem Eisen.

Die untersuchten Zähler hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 14,1 bis 15,6 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,2 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 45 g, die Drehzahl der Zähler bei Nennlast zu 31 U/min festgestellt. Der Eigenverbrauch in den Stromkreisen betrug etwa 2 × 0,38 W bei 5 A Nennstrom und in den Spannungskreisen etwa 2 × 1,15 W bei 100 V Nennspannung, und zwar bei der Frequenz 50 Per/s.

---

[1] Reichsministerialblatt 1932, S. 438.

RUNDSCHAU.

Apparate.

Glimmrelais. — In der Elektrotechnik finden seit einiger Zeit Relaistypen Eingang, bei denen als schaltendes Element eine gesteuerte Glimmentladung verwendet wird. Der zu schaltende Stromkreis enthält dabei zwei oder auch mehrere feststehende Elektroden, die sich meist in einem Edelgas (Neon oder Argon) unter vermindertem Druck (rd. 5 mm) in geringem Abstand im Innern eines Glasgefäßes gegenüberstehen. Der Stromübergang zwischen diesen Elektroden geschieht dabei in Form einer Glimmentladung. Wird in einem solchen „Glimmrelais" die Entladung irgendwie eingeleitet („gezündet"), so fließt in dem geschalteten Stromkreis ein Strom, der wieder aufhört, sobald die Glimmentladung erlischt. Der prinzipielle Vorteil der Glimmrelais gegenüber den mechanischen liegt in ihrer ungewöhnlichen Empfindlichkeit (Leistungsbedarf $10^{-5} \cdots 10^{-4}$ W) und der außerordentlichen Geschwindigkeit ihres Ansprechens (Eigenzeit 10^{-5} s), ähnlich wie bei den vom Rundfunk her bekannten Glühkathoden-Steuerröhren. Vor diesen haben die Glimmrelais dabei jedoch den Vorteil, daß sie in Ansprechbereitschaft keinerlei Strom verbrauchen.



Abb. 1. Glimmrelais mit zugehörigem Schaltkasten.

Das Arbeitsprinzip der Glimmrelais beruht auf der Tatsache, daß eine Glimmstrecke so lange völlig isoliert, wie die Spannung zwischen ihren Elektroden einen kritischen Wert (Zündspannung) unterschreitet, daß aber erhebliche Ströme hindurchtreten können, sobald diese Zündspannung erreicht wird. Die Höhe der Zündspannung kann dabei in gewissen Anordnungen in weiten Grenzen verändert werden. Abb. 1 zeigt eine Ansicht, Abb. 2 das

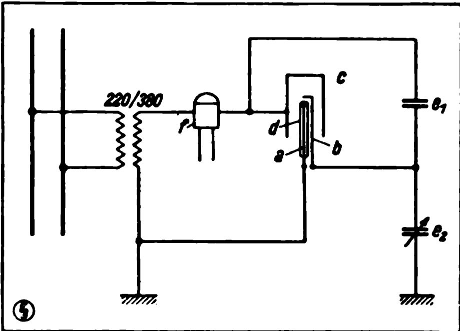


Abb. 2. Schema eines Glimmrelais.

schematische Bild eines SSW-Glimmrelais. Es besteht aus den drei Elektroden *a*, *b* und *c*; zwischen *a* und *c* geht die Schaltentladung über. Die Höhe der Zündspannung einer Glimmentladung zwischen *a* und *c* ist nun weitgehend veränderlich durch die Höhe der an *b* liegenden Spannung. Der Grund hierzu ist folgender: Die Elektrode *a* ist ein Metalldraht, der seiner ganzen Länge nach von einem oben offenen Rohr *d* umschlossen ist; die Öffnung von *d* wird jetzt überdies zum Teil abgeändert durch die Steuerelektrode *b*. Eine Entladung zwischen *a* und *c* wird nur dann eingeleitet, wenn die Feldstärke in dem Gasraum vor *c* eine zum Durchschlag ausreichende Größe hat. Die Höhe der Feldstärke in diesem Raum ist aber praktisch unabhängig von der Spannung von *a*, weil *a* ja fast völlig abgedeckt ist durch die Elektrode *b*. Wenn die Spannung zwischen *b* und *c* klein gehalten wird, so erfolgt selbst bei sehr hohen Spannungen zwischen *a* und *c* noch keine Zündung, weil die Feldwirkung von *a* nur zu einem sehr kleinen Bruchteil an *b* vorbei in den Raum zwischen *b* und *c* hineingreift. Sobald aber die Spannung der Steuerelektrode *b* gegen *c* vergrößert wird, setzt eine Entladung zwischen *a* und *c* ein. Nach den eigentümlichen Gesetzen der Gasentladungsphysik läßt es sich erreichen, daß auch bei sehr hohen Feldstärken zwischen *a* und *b* keine Entladung übergeht, wenn nur der Gasdruck an den ganzen Entladungsraum genügend klein gehalten wird („behinderte Entladung"). Das Zünden einer Entladung zwischen *a* und *c* wird also durch die Spannung von *b* bestimmt; *b* braucht sich dabei nur elektrostatisch aufzuladen, ohne sich an der einmal eingeleiteten Entladung irgendwie zu beteiligen. Der Leistungsverbrauch zur Zündung einer Entladung ist also minimal.

Im allgemeinen bleibt eine zwischen *a* und *c* in der beschriebenen Weise eingeleitete Entladung bestehen, auch wenn die Elektrode *b* wieder auf niedere Spannungen gegenüber *c* gebracht wird. Ein Wiederauslöschen der Entladung ist auf diese Weise also nicht möglich. Legt man an *a* und *c* jedoch eine Wechselspannung, so erlischt die Entladung jedesmal von selbst wieder, wenn die Spannung sich ihrem Nulldurchgang nähert. Eine fortdauernde Wechselstromentladung ist daher nur dann möglich, wenn in jeder Halbwelle eine neue Zündung durch passende Spannungswerte von *b* eingeleitet wird. Bei Wechselstrombetrieb ist daher eine Ein- und Ausschaltung der zwischen *a* und *c* übergehenden Glimmentladung durch passende Spannungswerte an *b* möglich. Wegen der starken Unsymmetrie der Elektroden *a* und *c* zeigt dieses Entladungsrohr eine fast völlige Gleichrichterwirkung in der Weise, daß der Strom nur in denjenigen Halbwellen durchtritt, in denen *c* negativ ist.

Wenn zwischen *a* und *c* eine Wechselspannung gelegt wird und die Spannung von *b* durch einen kapazitiven Spannungsteiler so eingestellt wird, daß sie in der Nähe der kritischen Spannung liegt, so reicht eine geringfügige Änderung einer der spannungteilenden Kapazitäten aus, um das Glimmrelais zum Ansprechen zu bringen. Es ist ohne weiteres möglich, als veränderliche Kapazität beispielsweise diejenige zwischen einer Platte und einer genäherten Hand zu wählen. *fi*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Eine neuartige Methode der Temperaturkontrolle von Quarzkristallen. — Gelegentlich einer von den Teilnehmern am 5. Internationalen Elektrizitätskongreß in Paris vorgenommenen Besichtigung des französischen Großsenders Pontoise wurde auf eine vor kurzem entwickelte Methode der Temperaturablesung an piezoelektrischen Kristallen aufmerksam gemacht, über die im folgenden berichtet wird.

Die einzige wesentlichere Ursache für eine Verlagerung der Eigenfrequenzen von Quarzkristallen bildet bekanntlich ihre Temperaturabhängigkeit, deren Wirkung man durch Montage der Quarznormale in Thermostaten unschädlich zu machen sucht. Dabei bleibt jedoch die Temperatur des schwingenden Quarzes als solchen unbekannt. Erst vor kurzem ist es der Société Optique et Précision de Levallois gelungen, auch die Temperatur unmittelbar am Kristall zu verfolgen. Hierzu wurde ein Thermoelement auf einer Elektrode angebracht, die sich in genügender Nähe des Quarzes befand. Es ergab sich eine starke Abhängigkeit der Quarztemperatur von der angelegten Hochfrequenzspannung und somit von der Schwingungsamplitude des Quarzes selbst. Offenbar genügt es also nicht, einen Quarz in einen Thermostaten zu setzen, weil die Temperaturunterschiede, die vom umgebenden Medium herrühren, einen viel geringeren Einfluß auf die Frequenz ausüben als die Änderungen der Eigentemperatur des Quarzes. Aus diesem Grunde erscheint es zweckmäßig, unmittelbar die Temperatur des Quarzes zu messen und seine Schwingungsamplitude an Hand des Ausschlages des Mikroamperemeters zu steuern.

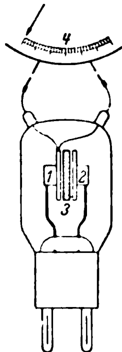


Abb. 3. Temperaturkontrolle an einem Quarzkristall

Diese Überlegungen führten zur Konstruktion eines Quarznormals nach Abb. 3. In dieser sind *1* und *2* Elektroden, die auf der gleichen Achse wie der Quarz *3* an-

geordnet werden; *4* ist ein Thermoelement, das mit einem in Grad Celsius geeichten Mikroamperemeter verbunden ist. Zum vollständigen Aufbau des Frequenznormals gehört noch ein Thermostat, in dem sich die kalten Lötstellen des Thermokreuzes befinden. Die Genauigkeit beträgt unter praktischen Betriebsbedingungen 1/1 000 000. *Kgn.*

Beleuchtung.

Lupe mit elektrischer Beleuchtung. — Abb. 4 zeigt eine von der Mecano G. m. b. H. Bremen, hergestellte Lupe, deren kleine Tageslicht-Glühlampe durch eine in den Lupengriff eingebaute Batterie gespeist wird. Durch Rechts- bzw. Linksdrehen des Kontaktringes *k* kann die Lampe ein- bzw. ausgeschaltet werden. Das Auswechseln der Batterie erfolgt durch die Bodenklappe *b*, das Auswechseln der Glühlampe durch Abschrauben des Handgriffes *h* und Herausziehen der Lampenfassung an der Metallzunge. Die Lampe kann auch durch eine Stromverbindungschnur an die nächste Steckdose angeschlossen werden. Die Lupe wird etwa 1 ... 2 cm vom Objekt entfernt gehalten. Die Vergrößerung ist dann zehnfach. Durch Aufschrauben des Mikroaufsatzes *m* auf die vordere mit Blende versehene Linse kann die Vergrößerung verdoppelt werden. Die Lupe mit dem Mikroaufsatz ist dann auf dem Objekt zu halten. Der ganze Apparat ist so klein, daß er bequem in der Westentasche getragen werden kann. Beim Gebrauch der Lupe ist man vollkommen unabhängig von den herrschenden Lichtverhältnissen. Zur Feststellung von Ölspuren im Gebirge und zur Untersuchung von Gesteinen ist sie dem Bergmann ein unentbehrliches Hilfsmittel. *Sgm.*

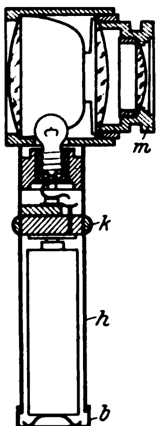


Abb. 4. Lupe mit elektrischer Beleuchtung.

Bahnen und Fahrzeuge.

Triebwagen für Buenos Aires. — Die General Electric Co., Ltd., London, die nach Bericht ihr Bahnmaterial nach Zeichnungen und Lizenzen der Maschinenfabrik Oerlikon ausführt, lieferte für Buenos Aires 56 elektrische Triebwagenausrüstungen, bei denen die Zahl der Schaltgeräte unter Wahrung aller Sicherheit auf ein Mindestmaß gebracht sein dürfte. Für das selbsttätige Anfahren durch das Fortschaltrelais *AR* (Abb. 5) sind nur 12 elektropneumatische Schützen vorhanden einschließlich der Schütze LS_1 und LS_2, die an Stelle eines Höchststromausschalters in Verbindung mit den Höchststromrelais OR_1 und OR_2 die Unterbrechung vom Netz übernehmen. Parallel zu LS_2 liegt ein Widerstand, der in der ersten Fahrstellung (Verschiebestellung, Abb. 6) als Anlaßwiderstand und beim Öffnen dieses Schützes als Dämpfung der Abschaltleistung dient. An sich ist diese bereits dadurch beschränkt, daß die Höchststromrelais nur den Strom eines Motors führen und daher auf den halben Betriebstrom eingestellt sind. — Diese Anordnung ist beachtenswert, denn es sind noch in jüngerer Zeit für Straßenbahnen Viermotorenausrüstungen geliefert worden, bei denen der Höchststromunterbrecher den Gesamtstrom führt, so daß teils mit hohen Abschaltleistungen, teils mit Versagern bei nicht unmittelbarem Erdschluß zu rechnen ist. (M. Wirz, Bull. Oerlikon Nr. 127, S. 682). *M. R.*

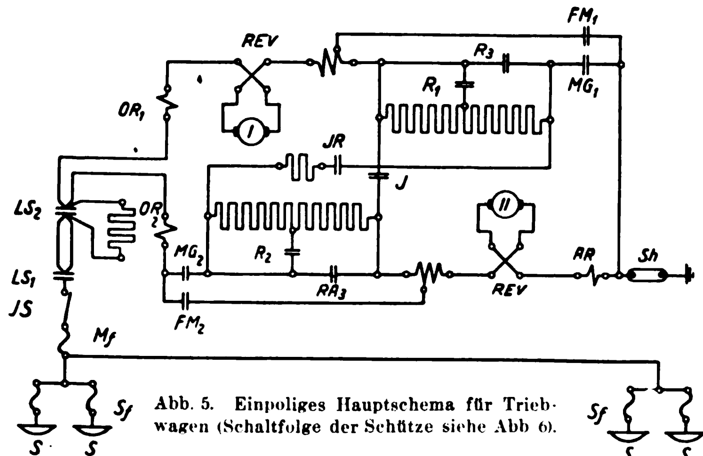


Abb. 5. Einpoliges Hauptschema für Triebwagen (Schaltfolge der Schütze siehe Abb 6).

Elektrisierung des Kopenhagener Nahverkehrs. — Für die ersten Teilstrecken, die voraussichtlich Ende 1933 in Betrieb genommen werden, hat die dänische Eisenbahnverwaltung im Juli d. J. 42 Trieb- und 21 Beiwagen in Auftrag gegeben. Die wagenbaulichen Teile werden von den beiden dänischen Waggonfabriken, Frichs in Aarhus und Scandia in Randers, hergestellt, während die elektrische Ausrüstung von der Firma English Electric Co., London, geliefert wird. Es ist aber vereinbart worden, daß bestimmte Teile in Dänemark gebaut werden, z. B. werden etwa drei Viertel der Bahnmotoren, nach englischen Zeichnungen und Angaben, von den dänischen Elektrizitätsfirmen Titan in Kopenhagen und Thrige in Odense gebaut.

Die kleinste Zugeinheit, „Halbzug", besteht aus zwei Triebwagen mit einem dazwischen gekuppelten Beiwagen, hat etwa 250 Sitzplätze und wiegt voll besetzt etwa In jedem Triebwagen sind 4 Motoren, je 120 kW, bei 750 V Klemmenspannung eingebaut. 2 Motoren liegen dauernd in Reihe, sämtliche Motoren sind für die höchste Fahrdrahtspannung 1800 V isoliert und geprüft. Im übrigen sind die Motoren nach den englischen Vorschriften gebaut, die u. a. nur eine Drehzahltoleranz von 3 % zulassen. Die Steuerung ist eine rein elektrische, vollselbsttätige Vielfachsteuerung mit Nockenwalze, Antriebsmotor und Fortschaltrelais, ähnlich der bei der Berliner Hochbahn verwendeten. Die Hilfstromkreise und Beleuchtung werden mit 65 V gespeist, die von einem Motorgenerator, unmittelbar an 1500 V angeschlossen, geliefert wird. Der Motorgenerator ist mit einem Spannungsregler ausgerüstet, um eine konstante Niederspannung zu gewährleisten. Falls die Hochspannung ausbleibt, wird eine Notbeleuchtungsanlage, von einer 24 V-Batterie, selbsttätig eingeschaltet. Der Motorkompressor ist ebenfalls an 1500 V angeschlossen und liefert Druckluft für die Bremse (Knorr-Lambertsen), Sandstreuer, Signalpfeife sowie Betätigung der X-Stromabnehmer und die Türschließvorrichtung. Die Wagen werden im Winter elektrisch mit 1500 V geheizt, je Wagen sind 30 kW, verteilt in 24 Heizkörpern, eingebaut. Eine Regelung, ⅓, ⅔, u. s. f. der vollen Heizleistung ist mittels ferngesteuerten Schützen ermöglicht. *E. H. Kop.*

Fernmeldetechnik.

Die Entwicklung des italienischen Fernsprechwesens. — Nach dem Voranschlag für das Rechnungsjahr 1932/33 rechnet die italienische Telegraphenverwaltung beim Fernsprechwesen mit einer ordentlichen Einnahme von 80 Mill Lire, der ordentliche Ausgaben in Höhe von rd. 69,5 Mill Lire gegenüberstehen, so daß sich ein Reingewinn von rd. 10,5 Mill Lire ergeben würde, d. h. 3 185 000 Lire mehr als im Vorjahr. Die außerordentlichen Einnahmen und Ausgaben beziffern sich auf je 72,85 Mill Lire. Im Vergleich mit dem Rechnungsjahr 1931/32 sollen sich um 10,6 Mill Lire höhere Einnahmen ergeben, u. zw. 2,7 Mill Lire beim Fernverkehr, 7 Mill Lire bei den Abgaben der konzessionierten Fernsprechgesellschaften und 900 000 Lire bei verschiedenen Einnahmen. Von den außerordentlichen Einnahmen entfallen 50 Mill Lire auf staatliche Zuschüsse für die Ausdehnung des Fernkabelnetzes auf Süditalien und Sizilien. Dieser Betrag ist die 3. Rate der hierfür aufzuwendenden Summe von 220 Mill Lire. Der Rest von 22,85 Mill Lire setzt sich aus dem jährlichen Pachtzins der konzessionierten Gesell-

MC	Pos.	LS_1	LS_2	JR	J	MG_1 MG_2	R_1	R_2	R_3	RA_3	FM_1 FM_2
0	0										
1	1	•		•							
	2	•	•	•							
	3	•	•	•			•				
	4	•	•	•			•	•			
	5	•	•	•			•	•	•		
	6	•	•	•			•	•	•	•	
		•	•	•	•		•	•	•	•	
2	7	•	•		•						
	7	•	•		•	•					
	8	•	•			•					
	9	•	•			•	•	•			
	10	•	•			•	•	•	•	•	
		•	•			•	•	•	•	•	•
3	11	•	•				•	•	•	•	•

1 Verschiebestellung
2 Reihenschaltung
3 Parallelschaltung

Abb. 6. Schaltfolge der Schütze.

schaften für die Übernahme der staatlichen Fernsprechanlagen und die Miete für Diensträume zusammen, die die Staatsverwaltung diesen Gesellschaften überläßt.

Am 30. VI. 1931 bestand das staatliche Fernsprechnetz aus 422 Leitungen, von denen 228 verkabelt waren; von diesen dienen 61 für den Auslandsverkehr. Die Länge des staatlichen Fernsprechnetzes stellte sich auf 113 673 km. Zum gleichen Zeitpunkt wiesen die konzessionierten Anlagen 904 Ortsnetze mit 318 942 Teilnehmern auf, was einen Zuwachs von 46 127 Teilnehmern oder 16,9 % gegenüber dem Vorjahr ausmacht. Die Zahl der privaten Fernvermittlungstellen betrug 2523, die Länge der privaten Fernleitungen 117 571 km. Die Zahl der im letzten Rechnungsjahr abgewickelten Gespräche belief sich auf:

4 550 900	gewöhnliche Gespräche	= 78,3 %,
178 200	dringende „	= 3,1 %,
5 134	Blitzgespräche	= 0,1 %,
1 076 000	Auslandsgespräche	= 18,5 % aller Ferngespräche.

Gegenüber dem Vorjahr betrug die Zunahme der Ferngespräche 370 000. Die dringenden und Blitzgespräche nahmen weiter ab; während sie 1929/30 noch 7 % der Gesamtzahl ausmachten, war der Prozentsatz im Jahre 1930/31 3,2 %. Die Zahl der Auslandsgespräche nahm um 18 % zu.

Im Berichtsjahr sind nachstehende Hochfrequenz-Fernsprechverbindungen eröffnet worden: je 3 zwischen Neapel und Messina sowie zwischen Turin und Cuneo, je 1 Mailand—Vicenza, Mailand—Venedig, Mailand—Triest, Bologna—Triest und Neapel—Bari. Ferner wurden die Arbeiten zur Verlegung des Kabels Bologna—Venedig—Udine—Triest—Tarvisio fortgesetzt und die Arbeiten zur Auslegung der Kabel Neapel—Bari und Neapel—Messina—Palermo sowie des Telegraphen- und Fernsprechkabels Festland—Sardinien in Angriff genommen. Die Fernsprechgesellschaft für Piemont und die Lombardei vollendete im selben Zeitabschnitt die Kabelstrecke Mailand—Lodi des Pontinischen Kabels, die Thyrrenische Fernsprechgesellschaft stellte den Kabelabschnitt Lucca—Florenz des ligurisch-toskanischen Kabels fertig, der eine Länge von 74 km hat.

Die Anschlußdichte ist in Italien noch sehr gering; sie betrug Ende 1930 0,9 auf 100 Einwohner, für Rom stellte sie sich auf 4,5, für Mailand auf 6,7, für Genua auf 3,6 und für Neapel auf 1,9. Italien hat bereits 67 % seiner Sprechstellen mit Selbstanschlußbetrieb ausgerüstet und steht damit an der Spitze der Automatisierung. (Rassegna delle P., dei T e T Bd. 4, S. 273.) *Gth.*

Funkübertragung über einen Lichtstrahl. — Die kürzlich erfolgte Inbetriebnahme des neuen 50 kW-Senders WGY der Rundfunksendestelle der General Electric Co. in Schenectady war durch ein einzigartiges Programm gekennzeichnet. Die an Bord des lenkbaren Luftschiffes „Los Angeles" der amerikanischen Marine weilenden Ingenieure sandten einen sprechenden Lichtstrahl auf einen Spiegel in der 800 m unter ihnen befindlichen Funkstelle. Die Rundfunkhörer konnten das Programm bequem verfolgen, bei dem der Lichtstrahl als Träger der Sprache benutzt wurde. Die Darbietungen wurden u. a. auch von dem Schwesterluftschiff der „Los Angeles", der „Akron", die sich an der Küste des Stillen Ozeans aufhielt, und in Südamerika aufgenommen.

Der die Übertragung leitende Ingenieur Taylor der General Electric Co. hat Versuche ähnlicher Art schon früher durchgeführt. Der Lichtstrahl wird von der Stimme moduliert, und im Empfänger spricht eine photoelektrische Röhre auf das modulierte Licht an, wodurch elektrische Impulse erzeugt werden, die im vorliegenden Fall dem Verstärker und dann dem Sender WGY zugeführt werden. In dem neuen 50 kW-Sender gehen die Zeichen durch einen Kraftverstärker, als dessen erste Stufe eine 50 W-Radiotronröhre verwandt wird. Die zweite Stufe besteht aus zwei in Gegentaktschaltung arbeitenden Radiotronröhren von 250 W. Nach dem Durchgang durch diese Stufe erreichen die Zeichen eine Spannung, die zehnmal höher als die gewöhnlicher Lichtleitungen ist. Die Frequenz des Senders wird durch einen von zwei kristallgesteuerten Oszillatoren erzeugt, so daß der höchste Grad der Frequenzbeständigkeit erzielt wird. Eine selbsttätige Alarmvorrichtung sorgt dafür, daß bei Überschreitung eines bestimmten Modulationsgrads der Funkstellenleiter sofort aufmerksam wird. (Electrician Bd. 59, S. 296.) *Gth.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Die Aufnahme nichtperiodischer Vorgänge mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen. — Zur Erzeugung stehender Bilder von periodischen Vorgängen auf dem Schirm einer Braunschen Röhre, wobei bekanntlich vollkommener Synchronismus zwischen dem zu analysierenden Vorgang und der Zeitablenkung des Kathodenstrahls erforderlich ist, ist in letzter Zeit von verschiedenen Seiten ein neuartiger Weg eingeschlagen worden, indem die Zeitablenkung durch Kippschwingungen vorgenommen wird, welche von dem zu untersuchenden Vorgang laufend synchronisiert werden. Das in der vorliegenden Arbeit behandelte Verfahren bezweckt die Aufnahme nichtperiodischer Vorgänge, wie z. B. Schalt- und Einschwingerscheinungen, wobei unter der Voraussetzung, daß dieselben exakt reproduzierbar sind, ebenfalls stehende Bilder auf dem Röhrenschirm erhalten werden. Es beruht auf einer Umkehrung des obigen Prinzips, indem die Zeitablenkung durch beliebig einstellbare Kippschwingungen erfolgt, die aber nun nicht mehr synchronisiert werden, sondern ihrerseits den zu analysierenden Vorgang auslösen. Dies geschieht über ein zweites Kipprelais, welches Ein- und Ausschaltpunkt beliebig einstellbar auf der Zeitachse des Kathodenstrahl-Oszillographen festlegt. Der zu untersuchende Vorgang wird dann über ein mechanisches oder Elektronenrelais von diesem Kipprelais aus gesteuert. Während die Kippschwingungen der Zeitachse in einer normalen Blinkschaltung mit Glimmlampe erzeugt werden, wird als Kipprelais das Kallirotron benutzt. Aus einer einfachen Modifikation des Kallirotrons ergibt sich eine Anordnung, die den Vorzug hat, daß zu ihrer Speisung nur eine einzige Spannungsquelle erforderlich ist. Die praktischen Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens werden an einigen Oszillogrammen von akustischen und elektrischen Ein- und Ausschwingvorgängen gezeigt. (H. E. Hollmann, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 10, S. 689.)

Verschiedenes.

Jubiläum der T. H. Darmstadt. — Am 28. u. 29. X. begeht die Abteilung für Elektrotechnik der T. H. Darmstadt die Feier des 50jährigen Bestehens des Elektrotechnischen Instituts, wozu alle Freunde und ehemaligen Studierenden der T. H. Darmstadt eingeladen werden. Das Programm sieht vor:

Freitag, den 28. X. 1932:

- 11¼ h Feierliche Übergabe des Rektorats der T. H.
- 8¼ h Zwangloser Begrüßungsabend im Hotel zur Traube.

Sonnabend, den 29. X. 1932:

- 10 h Festakt im Großen Hörsaal des Elektrotechnischen Instituts,
- 1 h Gemeinsames Mittagessen im Hotel zur Traube (Preis des trockenen Gedecks 2,50 RM),
- 4 h Vortrag mit Versuchen im Großen Hörsaal, anschließend Besichtigung der Laboratorien,
- 8¼ h Bierabend in der „Loge", Sandstr. 10.

Vorlesungen im Haus der Technik, Köln. — Die Gesellschaft für technisch-wissenschaftliche Fortbildung in Köln gibt den Vorlesungsplan für das am 2. XI. beginnende Winterhalbjahr 1932/33 bekannt. Die z. T. mit Übungen verbundenen Vorlesungen finden in den Abendstunden im Haus der Technik, Köln, statt und behandeln neben zahlreichen andern Gebieten auch die Elektrotechnik (6 Vortragsreihen). Hörerkarten können im Geschäftszimmer der Höheren Technischen Staatslehranstalt, Ubierring 48, gelöst werden. Stellenlosen Ingenieuren kann die Hörergebühr ganz oder teilweise erlassen werden.

11. Konferenz des Internationalen Instituts für Dokumentation. Da es den meisten Bibliotheken und wissenschaftlichen Instituten nicht mehr möglich ist, Vertreter zu den Fachkonferenzen zu entsenden, hat das Internationale Institut für Dokumentation (IID) die Vorträge der diesjährigen Konferenz vervielfältigen lassen, um ihren Inhalt auf diesem Wege jedem Interessenten zugänglich zu machen. Die Veröffentlichung der 23 Vorträge füllt 2 Bände von 250 Seiten Umfang. Der Preis für die beiden Bände beträgt netto 6 RM. Die Bestellung kann nur direkt bei der Geschäftsstelle der 11. Konferenz des IID in Frankfurt a. M., Neue Mainzer Str. 47, erfolgen.

Ein tragbarer Verstärker-Elektrokardiograph. — Die Elektrokardiographie befaßt sich mit der graphischen Registrierung der elektrischen Vorgänge im arbeitenden Herzen. Man nennt den Strom, der durch die Tätigkeit des Herzmuskels erzeugt wird, den Herzaktionsstrom. Die Registrierung des zeitlichen Verlaufs des Herzaktionsstromes ergibt das Elektrokardiogramm (EKG). Die Kurve der Herzkontraktion, das Mechanogramm, geht stets Hand in Hand mit dem Elektrokardiogramm, so daß beide Erscheinungen, Aktionsstrom und mechanische Aktion des Herzens, untrennbar miteinander verbunden sind. Das Elektrokardiogramm kann somit als Indikator der mechanischen Herztätigkeit angesprochen werden. Als klinische Untersuchungsmethode ist die Elektrokardiographie seit etwa 30 Jahren in der Herzdiagnostik eingeführt und ist aus der neuzeitlichen Klinik kaum mehr wegzudenken. Sie ist als ein außerordentlich wichtiges Hilfsmittel in der klinischen Diagnostik anzusprechen. Ein Fehlen oder eine ungenügende Ausübung dieser Methode an den Krankenanstalten und in der täglichen Praxis des Internisten würde viele interessante und für den Ausbau unserer Kenntnisse wichtige Fälle unerkannt lassen.



Abb. 7. Aufnahmeapparat des Siemens-Verstärker-Elektrokardiographen.

Beim Menschen ist naturgemäß eine direkte Ableitung der Aktionsströme vom Herzen unmöglich; doch ist dem Nachweis des im Herzen gebildeten Aktionsstromes der Umstand dienlich, daß sich das Potential der einzelnen Herzabschnitte den benachbarten Geweben mitteilt und Stromschleifen vom Herzen bis zur Körperoberfläche ziehen. Da das Herz asymmetrisch im Körper gelegen ist — seine Achse verläuft schräg von rechts hinten nach links vorn —, so erhalten symmetrische Stellen der Körperoberfläche ein verschiedenes Potential. Die größte Potentialdifferenz (etwa 1 mV) ergibt sich zwischen den Extremitäten, die in der Richtung der Herzachse liegen: rechter Arm — linkes Bein. Von den Extremitäten wird der Strom mittels besonderer Elektroden abgenommen und dem Galvanometer zugeleitet.

Als Meßinstrumente zur Registrierung des Elektrokardiogramms standen bisher das von Einthoven entwickelte Saiten- und das Siemenssche Spulengalvanometer[1] zur Verfügung. Da die Aktionsströme des Herzens sehr schwach und von verhältnismäßig raschem Verlauf sind, mußten diese Meßinstrumente auf sehr schwache Ströme (etwa 10×10^{-9} A) ansprechen und außerdem relativ schnellen Stromschwankungen zu folgen vermögen. Durch weitestgehende Verringerung der Maße des beweglichen Systems konnte dieser Forderung entsprochen werden. Die Eigenfrequenz liegt bei etwa 50 ... 150 Hz. Zur Vergrößerung des Ausschlages und Verringerung der Masse sind diese Geräte mit Lichtzeigern ausgerüstet. Die Aufzeichnung der Kurven erfolgt optisch auf lichtempfindlichem Bromsilberpapier.

Der Nachteil, der diesen Meßgeräten anhaftet, ist einmal in der Erschütterungsempfindlichkeit, die diese Geräte nur für ortsfeste Aufstellung geeignet macht, und ferner in dem großen Gewicht der Apparatur und der leichten Zerbrechlichkeit des beweglichen Systems zu erblicken. Der vom Strom durchflossene Leiter besteht aus Platindraht von weniger als 0,003 mm Dicke; schon geringe Stöße können eine Beschädigung des Systems zur Folge haben. Die in der Praxis bisher benutzten Elektrokardiographen stellen demzufolge stationäre Anlagen dar und waren am Krankenbett nicht oder nur ausnahmsweise verwendbar. Hiermit ging aber gerade die wichtigste Beobachtungsmöglichkeit verloren — das Studium des Elektrokardiogrammes im Herzanfall, während der Bettlägerigkeit des Patienten usw.

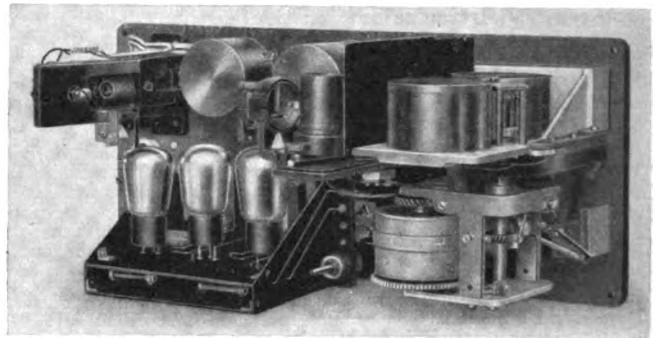


Abb. 8. Innere Einrichtung des Siemens-Verstärker-Elektrokardiographen.

Anläßlich des Kongresses für innere Medizin in Wiesbaden (April 1931) wurde von der Siemens-Reiniger-Veifa G. m. b. H., Berlin, ein tragbarer Elektrokardiograph (Abb. 7) gezeigt, bei dem abweichend von den bisherigen Konstruktionen von einem anderen Meßprinzip Gebrauch gemacht ist: der Anwendung von Elektronenröhren zur Verstärkung des Herzaktionspotentials. Schon 1921[2] gelang es Cremer mit Unterstützung der Firma Siemens & Halske, Verstärker in Verbindung mit Schleifenoszillographen zur Aufnahme von Herzaktionsströmen in die elektrophysiologische Meßtechnik einzuführen. Die Anwendung der Elektronenröhren zur Verstärkung des Herzaktionspotentials bringt den großen Vorteil, robuste Meßsysteme zu bauen, die nicht nur mechanisch sehr widerstandsfähig, sondern auch gegen äußere Erschütterungen unempfindlich werden, bei weitgehender Verringerung des Gewichtes und der äußeren Abmessungen. Durch die Anwendung der Elektronenröhren wird ferner einer von physiologischer Seite oft gestellten Forderung entsprochen, nicht den Herzaktionsstrom, sondern die Herzaktionsspannung aufzunehmen.

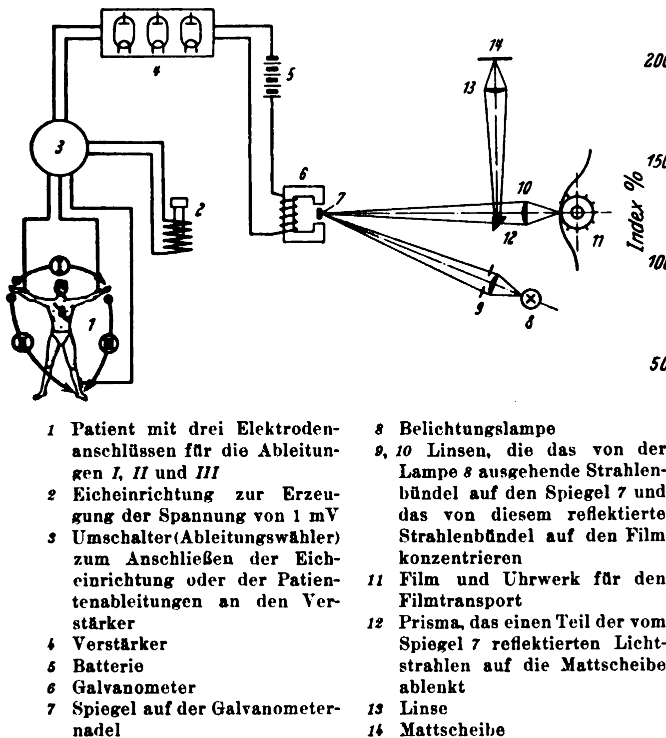
Beim neuen, tragbaren Elektrokardiographen, dessen innere Einrichtung Abb. 8 zeigt, wird die Aktionsspannung des Herzens an das Gitter der ersten Röhre eines dreistufigen Widerstands-Kapazitätsverstärkers gelegt. Die Schwankungen der Aktionsspannung werden verstärkt auf den Anodenstrom einer dritten Röhre übertragen, der die gleichen Schwankungen wie die Aktionsspannung, jedoch in erheblich verstärktem Maße, zeigt. Die Kurve des Anodenstromes ist somit ein getreues, d. h. unverzerrtes Abbild der Aktionsspannung. Der Anodenstrom des Endrohres wird einem nach dem Dreheisenprinzip gebauten Galvanometer zugeführt, das die Stromschwankungen in bekannter Weise mittelst Lichtzeigeranordnung auf lichtempfindlichem Film (oder Papier) aufzeichnet. Abb. 9 zeigt die elektrische und optische Anordnung. Für die Konstruktion des tragbaren Elektrokardiographen war der Gesichtspunkt maßgebend, die Abmessungen und das Gewicht des Gerätes so klein wie möglich zu halten; auch wurde auf schnelle Betriebsbereitschaft Wert gelegt. Aufnahmegerät und Batteriekasten können leicht von einem Mann getragen werden. Das Gerät kann, ohne daß irgendwelche Maßnahmen zu treffen sind, vom Arzt im Kraftwagen in die Wohnung des Patienten genommen werden. Es ist in wenigen Minuten aufgestellt und betriebsbereit. Die häufig gestellte Forderung, Elektrokardiogramme von Sportsleuten auf dem Sportplatz aufzunehmen, läßt sich infolgedessen leicht erfüllen.

Der Verstärker-Elektrokardiograph besteht aus einem Aufnahmeapparat, den nötigen Stromquellen und Verbindungsleitungen zwischen Aufnahmeapparat und Batterien. Im Aufnahmeapparat sind alle für die Bedienung erforderlichen Organe auf einer gemeinsamen Platte übersichtlich angeordnet. In der tragbaren Ausführung erfolgt die Unterbringung der Batterien und der Kabel in einem Transportkasten von gleicher Größe wie der Aufnahmeapparat.

[1] Großmann, ETZ 1915, S. 430. — Keinath, ETZ 1915, S. 633. — Schrumpf-Zöllich, Pflügers Archiv 1918, S. 87.

[2] Rosenberg, Zeitschrift für Kreislaufforschung 1931.

Die Transportkasten sind aus Metall hergestellt. Die zu den Batterien und zu den Patienten führenden Leitungen sind gegen äußere elektrische Beeinflussung metallisch abgeschirmt. Das Gerät ist vollständig unabhängig vom Netz. Alle für den Betrieb notwendigen Stromquellen sind in den Transportkasten mit eingebaut. Der Vorschub



1 Patient mit drei Elektrodenanschlüssen für die Ableitungen *I*, *II* und *III*
2 Eicheinrichtung zur Erzeugung der Spannung von 1 mV
3 Umschalter (Ableitungswähler) zum Anschließen der Eicheinrichtung oder der Patientenableitungen an den Verstärker
4 Verstärker
5 Batterie
6 Galvanometer
7 Spiegel auf der Galvanometernadel
8 Belichtungslampe
9, 10 Linsen, die das von der Lampe 8 ausgehende Strahlenbündel auf den Spiegel 7 und das von diesem reflektierte Strahlenbündel auf den Film konzentrieren
11 Film und Uhrwerk für den Filmtransport
12 Prisma, das einen Teil der vom Spiegel 7 reflektierten Lichtstrahlen auf die Mattscheibe ablenkt
13 Linse
14 Mattscheibe

Abb. 9. Prinzipschaltbild und Schema des optischen Systems.

des photographischen Registrierpapiers bzw. des Films (normaler Kinofilm) erfolgt durch ein Grammophonfederwerk. Zur zeitlichen Auswertung des Elektrokardiogramms ist eine Ordinaten-Zeitschreibung vorgesehen, die Zeitmarken werden in Abständen von $^1/_{20}$ s optisch während des Papierablaufs aufgezeichnet. Eine Eicheinrichtung, die es gestattet, die einzelnen Zacken des EKG in Millivolt zu eichen, vervollständigt die Apparatur. *Grz.*

Energiewirtschaft.

Strompreise und Lebenshaltungskosten in den V. S. Amerika. — Die Tatsache, daß die Lebenshaltungskosten in den V. S. Amerika in den letzten beiden Jahren prozentual stärker gefallen sind als die Strompreise, war für die Öffentlichkeit Anlaß zu einer Kritik der Tarifpolitik der Elektrizitätswerke. Die NELA hat nun hierzu eine interessante Gegenüberstellung aufgemacht, aus der hervorgeht, daß mit Ausnahme einiger Lebensmittel die Gegenstände des täglichen Bedarfs in der Union, verglichen mit 1913, erheblich im Preise gestiegen, die Kosten der Elektrizität für den Haushalt in derselben Zeit aber wesentlich gefallen sind. Ein Auszug aus einer vom U. S. Bureau of Labor Statistics veröffentlichten Erhebung über die Preisänderung 1931 gegen 1913 zeigt folgendes Bild:

Gegenstand	Preisänderung %
Verschiedenes (Zeitungen, Kino, Tabak usw.)	+107
Anthrazit	+ 81
Heizung und Beleuchtung	+ 65
Lebenshaltungskosten (im Mittel)	+ 50
Ochsenfleisch	+ 49
Kleidung	+ 46
Fleisch (Kleinverkauf)	+ 46
Zinsen	+ 42
Schweinefleisch	+ 41
Mühlenprodukte (Cereals) im Kleinverkauf	+ 36
Brot	+ 36
Kartoffeln	+ 33
Lebensmittel (Mittelwert)	+ 18
Zucker	+ 6
Reis	— 5
Frische Eier	— 8
Butter	— 13
Elektrizität	— 20

In der Ziffer für „Heizung und Beleuchtung" sind Kohlen, Gas und Elektrizität enthalten. Während die Kohlenpreise um 50 ··· 80 % und die Gaspreise um etwa 15 % höher liegen als 1913, sind die Haushaltsstrompreise um 20 % gefallen. Die Elektrizität weist also den stärksten Preisrückgang von allen Gegenständen des täglichen Bedarfes

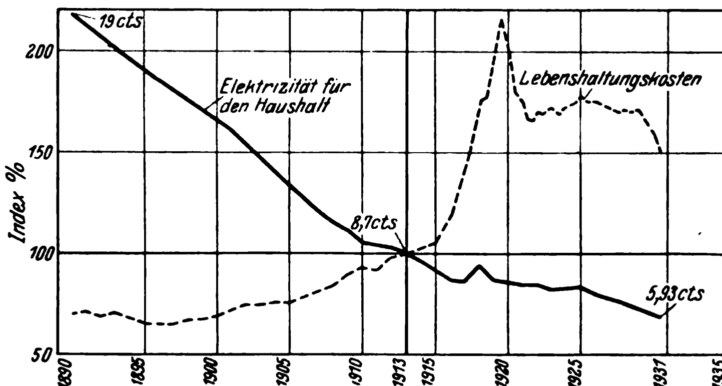


Abb. 10. Lebenshaltungskosten und Haushaltstrompreise in den V. S. Amerika (1913 = 100 %.)

auf. Eine neuerliche Preissenkung, wie sie in den letzten beiden Jahren bei anderen Waren z. T. stattgefunden hat (vgl. Abb. 10), ist bei ihr in diesem Umfange daher nicht mehr möglich. Da die Abb. 10 alle Elektrizitätswerke der V. S. Amerika, vorstehende Übersicht indessen nur die Strompreise von 32 Städten berücksichtigt, sind die Zahlen beider nicht direkt vergleichbar. N.E.L.A.-Bull. Bd. 18, S. 746 [1931]). *Nsl.*

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Neues kanadisches Warenzeichengesetz. — In Kanada tritt am 1. September 1932 ein neues Warenzeichengesetz in Kraft, welches gegenüber dem bisherigen weitgehende Änderungen aufweist, von denen die folgenden für deutsche Interessenten von Wichtigkeit sind:

Die im englischen Recht üblichen Rechte des ersten Benutzers werden zwar nicht völlig aufgegeben, aber der Eintragung als Warenzeichen kommt eine besondere Bedeutung zu. Unerlaubt ist zwar die wissentliche Benutzung eines von anderer Seite schon in Kanada eingetragenen und benutzten oder eines von anderer Seite in einem der Pariser Unionsstaaten benutzten Warenzeichens, wenn ein solches schon in Kanada durch Benutzung auf Waren oder durch Anzeige solcher Waren in Zeitungen bekannt geworden ist. Auf der anderen Seite ist aber der erste Benutzer einer Marke nicht zu ihrer ausschließlichen Benutzung befugt, wenn die Marke nicht schon jetzt oder bis zum 1. März 1933 als Warenzeichen eingetragen ist bzw. wird, oder in Zukunft innerhalb 6 Monaten von dem Tage der ersten Benutzung in Kanada an eingetragen wird. Nach Ablauf dieser Fristen ist eine Eintragung nur noch dann zu erhalten, wenn die Marke nicht bereits durch einen Dritten eingetragen worden ist. Ist ein Warenzeichen eingetragen, so kann ein späterer Benutzer nicht geltend machen, daß er aus Unkenntnis gehandelt habe. Ist dagegen die Marke nicht eingetragen, so kann ein späterer Benutzer sich durch Nachweis seines guten Glaubens und seiner Unkenntnis der früheren Benutzung eines Dritten entlasten. Ferner handelt nicht wissentlich, wer als späterer Benutzer mindestens 5 Jahre vor Beginn eines Prozesses das Zeichen dauernd benutzt hat. Vor Eintragung einer Marke können Rechtsansprüche wegen Verletzung nicht geltend gemacht werden.

Es sind Wortzeichen und Bildzeichen eintragbar. Alle Waren, für die das Zeichen benutzt werden soll, können in einer einzigen Anmeldung zusammengefaßt werden. Die Inhaber älterer, verwechslungsfähiger Warenzeichen werden von der Anmeldung benachrichtigt. Wenn sie Widerspruch erheben, wird die Anmeldung zurückgewiesen, wogegen Beschwerde zulässig ist. Der bisherige Unterschied zwischen generellen und speziellen Warenzeichen kommt in Wegfall. Die bestehenden generellen Eintragungen erhalten eine Schutzdauer bis zum 1. 9. 1957, die bestehenden speziellen bis zu 25 Jahren nach

der Eintragung oder letzten Erneuerung, während die Eintragungen nach dem neuen Gesetz für 15 Jahre vom Tage der Eintragung oder Erneuerung erfolgen. Das Warenzeichen kann nur mit dem dazugehörigen Betriebe übertragen werden. Besondere Bestimmungen sind für solche Vereinszeichen getroffen worden, die eine Gewähr dafür bieten, daß die betreffenden Waren bestimmten Anforderungen hinsichtlich ihrer Güte oder Arbeitsbedingungen bei der Herstellung entsprechen.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftsstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für Installationstechnik (EVI) am Dienstag, dem 1. November 1932, 7½ Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Obering. Emil Keilich über das Thema: „Akkumulatoren für Stark- und Schwachstromanlagen".

Inhaltsangabe:

1. Die elektrischen Unterschiede zwischen Blei- und alkalischen Akkumulatoren.
2. Die elektrochemischen Vorgänge beim Laden und Entladen.
3. Plattenkonstruktion des Blei-Akkumulators.
4. Anwendungsgebiete für elektrische Akkumulatoren.
5. Schaltungen und Behandlung der Batterien.
6. Einrichtung von Ladestationen für tragbare Akkumulatoren.
7. Gleichrichter für die Aufladung.
8. Schwachstromgeräte mit Akkumulatoren im Anschluß an Starkstromnetze.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gastkarten für durch Mitglieder einzuführende Gäste sind in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins erhältlich. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie" in Bln.-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß für Installationstechnik.
Der Vorsitzende:
Baumann.

Besichtigung.

Am Freitag, dem 4. November 1932, nachm. 2¾ Uhr, findet eine Besichtigung der Fabrikanlagen des Zeiß-Ikon-Görzwerks und der Sendlinger optischen Glaswerke, Berlin-Zehlendorf, Goerzallee, statt.

Fahrverbindungen:

1. Von Bahnhof Zehlendorf-Mitte: Omnibuslinie T bis Haltestelle Schönow;
2. Aus dem Süden Berlins: Straßenbahnlinie 96 bis Haltestelle Schützenhaus Teltow.
   Von jeder der beiden Haltestellen Fußweg etwa zehn Minuten.

Treffpunkt: Beim Pförtner des Goerzwerks.

Damen sind willkommen.

Die Beteiligung an der Besichtigung ist nur gegen Karten gestattet, die in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, bis Donnerstag, den 3. November 1932, mittags, erhältlich sind.

Um pünktliches Erscheinen wird mit Rücksicht auf den frühzeitigen Fabrikschluß gebeten.

„Wohltätigkeitsfest der Technik".

Die technisch-wissenschaftlichen Vereine in Berlin veranstalten

am Sonnabend, dem 5. November 1932,
8½ Uhr abends,

in den Räumen des Zoologischen Gartens in Berlin das

„Wohltätigkeitsfest der Technik"

und laden hierdurch zur Teilnahme ein.

Das Fest wird veranstaltet zum Besten der Unterstützungskassen der Vereine zum Zwecke der Linderung der großen Not der Fachgenossen.

Anzug: Gesellschaftsanzug.
Tombola: reichhaltig.

Eintrittskarten für Vereinsmitglieder, deren Angehörige und für eingeführte Gäste kosten 5,— RM, werden auf den Namen ausgestellt und können nur vor dem Fest durch die Geschäftsstellen der veranstaltenden Vereine bezogen werden.

Außer den Eintrittskarten werden Platzkarten ausgegeben, u. zw.

für Plätze im Marmorsaal Loge unten zu je . .	5,— RM
„ „ im Marmorsaal Tische zu je	3,— „
„ „ im Kaisersaal Ballustrade zu je . .	2,— „
„ „ im Marmorsaal Loge oben und die übrigen Tische im Kaisersaal, Bankettsaal, Wintergarten, Rote Veranda zu je	1,— „

Die Karten werden gegen Barzahlung oder Einsendung des Betrags auf das Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein Berlin Nr. 13 302 ausgehändigt.

Gastkarten werden bei Vermittlung von Mitgliedern des Elektrotechnischen Vereins ausgegeben.

Ordentliche Sitzung

am Dienstag, dem 27. September 1932, in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Professor Dr. Wallot.

Vorsitzender: Im Namen und im Auftrage des leider verhinderten Herrn Vorsitzenden eröffne ich die Sitzung und heiße Sie, insbesondere auch unsere verehrten Gäste, nach der Sommerpause herzlich willkommen. Entsprechend einem von verschiedenen Seiten geäußerten Wunsche ist — zunächst versuchsweise — der Beginn der ordentlichen und außerordentlichen Sitzungen des Elektrotechnischen Vereins auf 20 Uhr (statt wie bisher 19½) festgesetzt worden. Nach einiger Zeit wird geprüft werden, ob diese Maßnahme beibehalten werden soll oder nicht. Der Beginn der Fachsitzungen bleibt wie bisher.

Gegen den Bericht über die letzte Sitzung am 31. Mai sind keine Einwendungen erhoben worden. Der Bericht ist somit angenommen. Seit dieser Sitzung sind 19 Neuanmeldungen eingegangen; eine Liste liegt hier aus.

In der Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen wird am 4. X. Herr Direktor Karl Beckmann sprechen über das Thema: „Der Einfluß der Fernmeldetechnik auf die Entwicklung der Rohrpost- und Förderanlagen". In der ordentlichen Sitzung am 25. X. wird Herr Dr. Friedländer einen Vortrag halten über das Thema: „Grundlagen der Ausnutzung höchster Eisensättigungen für die Starkstromtechnik".

Ferner möchte ich hinweisen auf das Erscheinen des IV. Bandes der vom Elektrotechnischen Verein herausgegebenen „Geschichtlichen Einzeldarstellungen aus der Elektrotechnik". Dieses wertvolle Buch enthält die interessante Arbeit: „Die Entstehung der internationalen Maße der Elektrotechnik" aus der Feder des Herrn Geheimrat W. Jaeger. Es kostet für Mitglieder broschiert nur 4 RM, gebunden 4,50 RM. Bestellungen nimmt die Geschäftsstelle entgegen.

Wir kommen nun zum zweiten Punkt der Tagesordnung, zu dem Vortrag des Herrn Dr. Janovsky über das Thema: „Elektrische Musikinstrumente, ihre Wirkungsweise und Aufgaben". Ich bitte Herrn Dr. Janovsky, das Wort zu nehmen.

Der Vortrag, der lebhaften Beifall auslöst, wird gehalten.

Im Anschluß an den Vortrag werden

auf dem Trautonium mit Siemens-Bechstein-Nernst-Flügel 2 Sätze aus einer Sonate von Caporale,

auf dem Nernstflügel allein Variationen über das Lied „Drei Lilien" und

auf dem Trautonium mit Nernstflügel Violinensonate von Mozart mit Klavierbegleitung

gespielt; die auf den elektrischen Musikinstrumenten gespielten Stücke finden reichen Beifall.

Vorsitzender: Ich möchte Herrn Dr. Janovsky im Namen des Elektrotechnischen Vereins den besten Dank für seinen außerordentlich klaren Vortrag und für die wohlgelungenen Darbietungen aussprechen. Zugleich möchte ich nicht verfehlen, auch den Herren Elektrokünstlern — wenn ich so sagen darf — für ihre ausgezeichneten Leistungen herzlichst zu danken. Ich weiß nun nicht, ob wir aus der Welt der Musik noch zu unserer Technik zurückfinden können. Wenn ich also jetzt die Diskussion eröffne, so glaube ich in Ihrem Sinne zu sprechen, auch im Hinblick auf die vorgeschrittene Zeit, wenn ich die Herren Diskussionsredner bitte, sich ganz kurz zu fassen. Die Bemerkung, die ich soeben gemacht habe, scheint die Herren abzuhalten, sich zum Wort zu melden. Dann schließe ich die Sitzung.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Anschütz, Helmut, Dr.-Ing., Bln.-Schmargendorf.
Berker, Robert, Direktor, Schalksmühle.
Bergner, Walther, Fachstudienrat, Dipl.-Ing., Bln.-Grunewald.
Borchert, Max, Dipl.-Ing., Bln.-Friedenau.
Deeg, Theodor, Dipl.-Ing., Bln.-Siemensstadt.
Fryze, Stanislaw, Professor Dr.-Ing., Lwów (Polen).
Giese, Werner, cand. ing., Berlin.
Gottschaldt, F., Dipl.-Ing., Ilmenau.
Grängesbergs Gemensamma Förvalting, Grängesberg (Schweden).
Guyer, Ernst, Ingenieur, Wollmatingen-Konstanz.
Henke, Wolfgang, Student, Bln.-Charlottenburg.
Katz, Simeon, Elektroing., Warschau.
Laas, Martin, Dipl.-Ing., Berlin.
van Lier, Jan Pieter, Dipl.-Ing., Tandjong-Pandan, Billiton.
Preh, J., junior, Fabrik elektrotechn. Bedarfsartikel, Neustadt (Saale).
Sieke, Gustav, stud. ing., Zeuthen (Mark).
Sihle, Hans, Direktor, Riga.
Simidu, Kindi, Professor, Bln.-Schöneberg.
Smoljanoff, Iwan, Dipl.-Ing., Plewen (Bulgarien).
Widzwewska Manufaktura S. A., Textil- und Maschinenfabrik, Lodz (Polen).

Nachtrag

zum Bericht[1] über die ordentliche Sitzung am 22. März 1932 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Professor Dr. Wallot.

Nach Erledigung des geschäftlichen Teiles der Sitzung hält Herr Dr. Agte einen Vortrag über das Thema

„Bearbeitung von Isolierstoffen mit Widia-Werkzeugen".

Der Vortragende führte folgendes aus:

Während die Bearbeitung der verschiedenen Isolierstoffe noch vor wenigen Jahren ausschließlich mit Stahlwerkzeugen, in einigen Fällen auch mit dem Diamanten, erfolgte, kommen neuerdings zur spanabhebenden Verformung dieser Stoffe fast überall Widiawerkzeuge infolge ihrer günstigeren Eigenschaften zur Anwendung. Mit dem nach keramischen Verfahren hergestellten Hartmetall Widia, das bei hoher Härte eine verhältnismäßig große Festigkeit und Zähigkeit zeigt, ist die Bearbeitung der verschiedenen Isolierstoffe mit einer Vielseitigkeit und Wirtschaftlichkeit ermöglicht worden, wie sie sich mit keiner der früher üblichen Arbeitsweisen erreichen ließ. Die große Härte und Verschleißfestigkeit der Widiawerkzeuge gestattet ihre Anwendung nicht nur in den Fällen, in denen Schnellstähle versagen (Glas, Porzellan), sondern es wird auch die Wirtschaftlichkeit dann um ein Vielfaches gesteigert, wenn weichere Isolierstoffe mit stark abschleifender Wirkung (Gummisorten, Isolierpreßmassen, Marmor) bearbeitet werden. Die Wirtschaftlichkeit äußert sich sowohl in einer Erhöhung der Lebensdauer der Werkzeuge, als auch meist in einer möglichen Verschärfung der Bearbeitungsbedingungen. Die verschiedenen Isolierstoffe werden nach bearbeitungstechnischen Gesichtspunkten zusammengestellt; auf die für die Elektrotechnik wichtigen Eigenschaften wurde dagegen nur bei den Isolierpreßmassen wegen der zunehmenden Bedeutung dieser Stoffe eingegangen. Die Preßmassen zeigen günstige mechanische Eigenschaften bei einer relativ guten Wärmebeständigkeit und einer, vor allem für Niederspannung, ausreichenden Isolierfähigkeit.

[1] ETZ 1932, S. 392.

Da die Leistungsfähigkeit der Widiawerkzeuge durch ungeeignete Behandlung stark vermindert werden kann, ist es notwendig, das dem Aufbringen der Widiaplättchen auf die Schäfte dienende Löten in einer reduzierenden oder neutralen Gasatmosphäre und das Schleifen auf besonderen Carborundumscheiben mit weicher Bindung vorzunehmen. Zum Bohren der Isolierstoffe werden allgemein Spiral- oder Spitzbohrer mit eingesetzten Widiaschneiden benutzt, die einen Spitzenwinkel von 90 ° haben. Kühlmittel kommen bei den weicheren Isolierstoffen nicht zur Anwendung. Die verwendeten Schnittgeschwindigkeiten hängen im einzelnen von der Härte des Isolierstoffes und seiner Wärmebeständigkeit ab; sie sind daher bei den Preßmassen sehr hoch, bei den Gummisorten etwas geringer und bei Marmor noch kleiner. Neben der Bohrbearbeitung wird auch das Drehen, Fräsen, Sägen, Kreisausschneiden der Isolierstoffe heute fast ausschließlich mit Widiawerkzeugen ausgeführt. In Lichtbildern wurden für die verschiedenen Bearbeitungsvorgänge Anwendungsbeispiele gezeigt und die günstigsten Arbeitsbedingungen, wie sie sich auf Grund langjähriger Erfahrungen ergeben haben, mitgeteilt. Da der Gestaltung des Bearbeitungswerkzeuges eine große Bedeutung bei der Anwendung des Widias zukommt, wurden eine Anzahl besonders bewährter Werkzeuge, wie Flanschsenker, Gewindebohrer und Strehler, Trommelbohrer, Kreisausschneider und Sägen, die mit Widia bestückt waren, im Lichtbild gezeigt.

Bei der Bearbeitung von Glas und Porzellan ersetzt das Widia weitgehend den Diamanten. Porzellan ist im vorgeformten Zustand sehr leicht, hochgebrannt wesentlich schwieriger zu bearbeiten. Die verschiedenen Glasbearbeitungsverfahren wie Bohren, Drehen, Fräsen, Hobeln, bereiten mit Widiawerkzeugen keinerlei Schwierigkeiten, wenn die richtigen, nicht zu spitzen Bearbeitungswinkel und zweckmäßige Arbeitsbedingungen zur Anwendung kommen, wie an verschiedenen Glasgegenständen im Lichtbild gezeigt wird. Als Kühlmittel wird bei der Glasbearbeitung Wasser benutzt.

Die Mehrleistungen der Widiawerkzeuge, wie sie gegenüber den Schnellstählen durch eine erhöhte Schneidhaltigkeitsdauer bestimmt werden, betragen bei den verschiedenen Isolierstoffen und den einzelnen Arbeitsverfahren das 20—30fache und darüber. Diese erhöhte Schneidhaltigkeit führt zu sehr wesentlichen Ersparnissen bei der Anwendung der Widiawerkzeuge.

In einer Ausstellung waren zur Veranschaulichung der vorgetragenen Arbeitsmethoden eine große Zahl von mit Widia bearbeiteten Gegenständen aus Isolierstoffen sowie die bei der Bearbeitung benutzten Werkzeuge zusammengestellt worden. Einige Bearbeitungsverfahren, wie das Bohren von Glas, Kacheln und Gesteinen sowie das Drehen von Glas, wurden durch Herrn Oberingenieur Fehse praktisch vorgeführt.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Ausschuß für Normalspannungen.

Die gegen den Entwurf „Spannungsnormen für elektrische Anlagen von 1 bis 100 V" (ETZ 1932, S 372) ergangenen Einsprüche sind ordnungsgemäß behandelt worden. Der Entwurf hat die nachstehende Fassung erhalten. Entsprechend der Ermächtigung der mit den Vollmachten einer Jahresversammlung ausgestatteten Ausschußsitzung 1932 in München, hat der Vorstand beschlossen, die

„Spannungsnormen für elektrische Anlagen von 1 bis 100 V"

mit Wirkung ab 1. Januar 1933 in der nachstehenden Fassung in Kraft und mit dem gleichen Datum die ab 1. Oktober 1920 gültigen

„Normen für Spannungen elektrischer Anlagen unter 100 V"

außer Kraft zu setzen.

(Fortsetzung nächste Seite)

Die aus dem Jahre 1920 stammenden Normen für Spannungen unter 100 V wurden einer Neubearbeitung unterzogen, einerseits, weil der Wunsch vorlag, die Zahlenwerte von den früher behandelten wenigen Fachgebieten auf die ganze Elektrotechnik einschließlich der neueren Anwendungen auszudehnen, anderseits, weil Arbeiten zur internationalen Normung der Kleinspannungen bei der IEC aufgenommen sind.

Bei Durchsicht des von weiten Kreisen beigebrachten Materials ergab sich die Möglichkeit, eine begrenzte Zahl von Kleinspannungen in einer Hauptreihe zusammenzufassen, die nunmehr Vorzugsspannungen aller Gebiete darstellt, und außerdem etlichen Fachgebieten in Nebenreihen noch eine kleine Zahl von Sonderspannungen zuzuweisen. Auf diese Weise ist es gelungen, die große Vielzahl der Kleinspannungen durch Zuteilung auf Einzelgebiete zu gruppieren.

Die Beziehung der Nennspannung auf die Stromverbraucher wurde beibehalten. Der Spannungsabfall in den Leitungen und Stromerzeugern ist bei Kleinspannungsanlagen so groß und unterschiedlich, daß er nicht allgemein in die Normung einbezogen werden kann. Er erfordert für Betriebe, die aus Trockenelementen gespeist werden, die Aufnahme von gebrochenen Zahlenwerten zwischen 1,5 und 4,5 V in einzelnen Nebenreihen. Eine Unterscheidung von Gleichstrom- und Wechselstromanlagen hat sich nicht mehr als erforderlich erwiesen.

Um etliche heute übliche Spannungen nicht ganz aus dem genormten Rahmen herausfallen zu lassen, ist es zugelassen, auch Anlagen mit geringen Abweichungen von den genormten Spannungen mit den hier festgelegten Zahlenwerten zu benennen. Dies wird sich natürlich nur dann empfehlen, wenn dadurch bei Nachlieferungen oder Ersatz von Geräten keine Schwierigkeiten auftreten. Bei neuen Anlagen ist die Einhaltung der genormten Spannungen vor allem nach der Hauptreihe zu empfehlen, um eine weitgehende Austauschbarkeit von Stromquellen und Verbrauchern zu erzielen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.

Der Generalsekretär:

P. Schirp.

Ausschuß für Normalspannungen.

Spannungsnormen für elektrische Anlagen von 1 bis 100 V.

Gültig ab 1. Januar 1933.

§ 1.

Begriffserklärungen.

Als Nennspannung einer Anlage oder ihrer Teile bei Spannungen zwischen 1 und 100 V gilt die Spannung, für welche die zugehörenden Stromverbraucher bestimmt sind.

Bei Anlagen, deren Stromverbraucher aus einer Reihe von Einzelteilen, wie Magneten, Widerständen, Relais, usw. zusammengesetzt sind, kann sich die Nennspannung auch auf die Gesamtheit der einzelnen Apparate beziehen, die ein abgeschlossenes System zusammengehörender Teile bilden.

Die Spannung am Stromerzeuger ist stets um den äußeren Spannungsabfall in den Leitungen und um den Betrag etwaiger Spannungsschwankungen oder gegebenenfalls Spannungsregelung größer als die Nennspannung.

Beispielsweise ist es üblich, Klingeltransformatoren als Stromerzeuger für 3, 5 und 8 V herzustellen, Spannungen, die um den äußeren Spannungsabfall von 1 ··· 2 V größer als die genormten Nennspannungen der zugehörenden Stromverbraucher sind.

Bei Anlagen für Fernmeldung, Eisenbahnsicherung und ähnliche Verwendungszwecke, die mit stark veränderlicher Spannung arbeiten, kann im Einzelfall von den genormten Nennspannungen abgewichen werden. Es ist zweckmäßig, die Stromverbraucher auf eine genormte Nennspannung und eine zusätzliche Spannungsregelung zu beziehen.

Werden Bleiakkumulatoren als Stromerzeuger verwendet, so ist als Zahlenwert der Nennspannung in Volt im Zweifelsfalle die doppelte Zellenzahl zu setzen.

Stromverbraucher, die von Akkumulatoren betrieben werden und bis zur völligen Entladung der Batterie arbeiten sollen, müssen so eingerichtet sein, daß sie auch bei der niedrigsten Entladespannung von etwa 1,8 V je Zelle ihren Zweck voll erfüllen.

§ 2.

Genormte Werte.

Als genormte Nennspannungen gelten für Gleichstrom und Wechselstrom:

für alle Gebiete die Werte der Hauptreihe: **2, 4, 6, 12, 24, 40, 60, 80 V,**

für die verschiedenen Fachgebiete auch die Werte der Nebenreihen in Tafel I (Nr. 1 ··· 12).

Tafel I. Genormte Nennspannungen in Volt.

	Hauptreihe	—	2	—	—	4	—	6	—	12	—	—	24	—	—	40	—	60	80
Nr.	Art der Anlage oder des Betriebes	Nennspannungen der Anlage																	
1	Beleuchtung gespeist aus Trockenelementen	1,5	—	2,5	3,5	—	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Beleuchtung gespeist aus Akkumulatoren, Generatoren und Transformatoren	—	2	—	—	4	—	6	8	12	16	—	24	30	—	40	—	60	80
3	Stromverbraucher gespeist aus Klingeltransformatoren	—	2	—	—	4	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Betrieb von elektrischem Spielzeug	—	2	—	—	4	—	6	—	—	—	20	24	—	—	—	—	—	—
5	Betrieb von gewerblichen Kleinmotoren	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	24	—	—	40	—	60	—
6	Betrieb von Akkumulator-Fahrzeugen a) Elektrokarren	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—	40	—	—	80
	b) Abbaulokomotiven	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	60	80
7	Betrieb von Elektrowärmegeräten	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	24	—	—	40	—	—	—
8	Betrieb von elektromedizinischen Geräten	—	2	2,5	3,5	4	—	6	8	12	16	—	—	—	—	—	—	—	—
9	Fernmeldetechnik	1,5	2	—	—	4	—	6	8	12	—	—	24	-	36	—	48	60	80
10	Fernsteuerung	—	—	—	—	—	—	—	—	12	—	—	24	—	—	40	—	60	—
11	Heizspannungen von Elektronenröhren	—	2	—	—	4	—	6	8	12	—	20	24	—	—	40	—	60	—
12	Anodenspannungen von Elektronenröhren	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	—	—	—	—	60	80

§ 3.

Zusätzliche Bestimmungen.

Die Zahlenwerte der genormten Nennspannungen von § 2 gelten auch für solche Anlagen, deren Nennspannung nach § 1 um einen gewissen Betrag von den genormten Zahlenwerten abweicht. Über die Größe der zahlenmäßigen Abweichung lassen sich allgemeine Angaben nicht machen, jedoch soll sie nur in der Größenordnung von Einern bis wenigen Zehnern von Prozenten liegen.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Braunschweig. 3. XI. 32, abds. 8 h, Hörsaal des Hochspannungsinstituts der T. H., Eingang Hamburger Str. 307: Vortrag Dr.-Ing. M. Schleicher, „Die wirtschaftliche Bedeutung der elektrischen Fernbedienung für Starkstrombetriebe und einige konstruktive Grundzüge".

Südwestdeutsche Lichttechnische Gesellschaft, Karlsruhe. 31. X. 1932, abds. 8 h, Hörsaal des Chem.-techn. Inst. der T. H.: Vortrag Dir. C. F. Otto Müller, „Über moderne Mittel zur Erzielung guter und wirtschaftl. Beleuchtung" (m. Vorführ.).

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

E. Kolben. — Am 1. XI. d. J. vollendet Herr Dr. techn. h. c. Ing. Emil Kolben in Prag sein 70. Lebensjahr. In Prag geboren und ausgebildet, wirkte Kolben 5 Jahre in den V. S. Amerika als Mitarbeiter Edisons und Chefingenieur für die gesamten technischen Büros und Prüfungslaboratorien der Edison Gen. El. Co. in Schenectady. Er arbeitete Standardtypen von Dynamos und Motoren und langsamlaufende große Dynamos aus. 1892 wurde er als Nachfolger C. E. L. Browns Chefingenieur und Vorstandsmitglied der M.-F. Oerlikon, um sich dann 1896 unter der Firma Kolben & Co. in Prag selbständig zu machen. Dieses Werk entwickelte sich rasch zu großer Blüte und ging später in die El.-Akt.-Ges. vorm. Kolben & Co. über. 1921 erfolgte deren Vereinigung mit der Böhm.-Mährischen Maschinenfabrik in Prag und 1927 mit der Maschinenbau AG. vorm. Breitfeld-Daněk in Prag zu der Česko-moravská-Kolben-Daněk A. G. Im Jahre 1919 gründete Kolben die Prager Kabelfabrik G. m. b. H. und ferner die Prager Elektroisolier-Ges. m. b. H. Kolben wurde 1906 Ehrendoktor der T. H. Prag und verfaßte im Laufe seiner Tätigkeit eine große Reihe wertvoller technischer Arbeiten in der ETZ und anderen Zeitschriften.

LITERATUR.

Besprechungen.

Elektrizitäts-Gesetzgebung und Privatrecht i. Österr. unt. bes. Berücks. d. dt. Reichsrechtes. Von Dr. M. Hafferl-Bernatzik. Mit 151 S. in 8⁰. Verlag Moritz Perles, Wien u. Leipzig 1932. Preis geh. 6 RM.

Eine Monographie über die Beziehungen der Elektrizitätsgesetzgebung zum Privatrecht ist für die Erforschung des Elektrizitätsrechtes in seiner Gesamtheit insofern von Bedeutung, als wir eine Sondergesetzgebung über das private Elektrizitätsrecht bisher nicht besitzen. Es ist vielmehr die Aufgabe der Rechtsforschung und Rechtsprechung, die Besonderheiten, die das Recht der Elektrizität geschaffen hat, unter die allgemeinen Rechtsbegriffe des Bürgerlichen Rechtes einzuordnen.

Schon das Inhaltsverzeichnis weist eine straffe Systematik aller wesentlichen Fragen auf.

Nach einer Darstellung der Elektrizitätsgesetzgebung in ihrem Verhältnis zum Privatrecht in Österreich untersucht der Verfasser die Elektrizität als Rechtsobjekt, u. zw. sowohl in der Gesetzgebung Österreichs als auch außerhalb dieser. Unter Berücksichtigung des gesamten bisher erschienenen Schrifttums werden die dinglichen Rechte an Energien — Besitz, Eigentum, Rechte an fremder Sache — untersucht. Gewissermaßen das Hauptstück der Untersuchungen bilden die eingehenden Ausführungen über Elektrizitätslieferungsverträge. Der Elektrizitätslieferungsvertrag wird als Kaufvertrag gekennzeichnet, während eine andere Meinung (List) ihn als „Arbeitsbeschaffungsvertrag" ansieht. Ein weiteres ausführliches Kapitel ist der Beschränkung von Privatrechten aus Gründen des öffentlichen Wohles in der Elektrizitätsgesetzgebung gewidmet, u. zw. sowohl hinsichtlich der Beschränkungen des Eigentums als auch der Vertragsfreiheit.

Das Buch sei allen empfohlen, die sich über die Gegenwartsfragen des Elektrizitätsrechtes unterrichten wollen.

Blau.

Einführung in die theoretische Kinematik, insbes. f. Studierende des Maschinenbaues, der Elektrotechnik u. d. Mathematik. Von Prof. Dr. phil., Dr. rer. techn. h. c. R. Müller. Mit 137 Abb. i. Text, VII u. 124 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis 6,80 RM.

Der Verfasser, ein früherer Schüler von L. Burmester, dem Urheber des berühmten Lehrbuches der Kinematik, ist dank vieler eigener Arbeiten auf diesem Gebiet und einer 47jährigen Lehrtätigkeit auf den Hochschulen in Braunschweig und Darmstadt besonders befähigt, die mathematischen Fundamente der Kinematik in wissenschaftlich einwandfreier, klarer Darstellung zusammenzufassen. Klassische Werke der Kinematik mit ausgesprochen theoretischen Entwicklungen sind nicht besonders zahlreich und meist vor vielen Jahrzehnten (z. B. Burmester 1888!) herausgegeben, neuere Untersuchungen finden sich vielfach nur verstreut in Zeitschriften des In- und Auslandes. Es fehlte daher ein Buch, das — insbesondere für wissenschaftlich interessierte Techniker bestimmt — dem heutigen Stande der Entwicklung entspricht und in knapper, anschaulicher Darstellung die wichtigsten mathematischen Grundlagen der Kinematik systematisch zusammenfaßt. Das ist dem Verfasser vorzüglich gelungen. Die Behandlung des Stoffes ist teils auf rein geometrischer, teils auf differentialgeometrischer Grundlage aufgebaut, je nachdem der eine oder andere Weg sich als anschaulicher erwies; auch sind neben der analytischen die Elemente der projektiven Geometrie benutzt. Einige Artikel, die, ohne das Verständnis der folgenden zu beeinträchtigen, überschlagen werden können, hat der Verfasser durch einen Stern besonders gekennzeichnet. Aber gerade diese Abschnitte sind meist so lehrreich, daß der interessierte Leser sie kaum übergehen wird.

Als besonders wertvoll und zum Teil neu sind u. a. zu erwähnen: die Abschnitte über die Kreispunktkurve und den Ballschen Punkt (mit vierpunktiger Berührung der Tangente), die Koppelkurve, ferner der geometrisch anschauliche Beweis des Satzes über die Zusatzbeschleunigung von Coriolis und die auf einander schrotenden Hyperboloide.

F. Natalis.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Im August 1932 haben sich innerhalb des Tarifunterabschnitts 18 B die Mengen und Werte des deutschen Elektroaußenhandels folgendermaßen verteilt:

Waren	Mengen dz		Werte 1000 RM	
	August	Jan./Aug.	August	Jan./Aug.
Einfuhr:				
Elektrische Maschinen (einschl. Teile)	1 094	7 753	289	2 335
Elektrot. Erzeugnisse	1 566	13 804	1 263	13 062
Ausfuhr:				
Elektrische Maschinen (einschl. Teile)	19 462	212 773	5 289	55 058
Elektrot. Erzeugnisse	54 387	433 373	18 151	165 726

Die Einfuhr war um 49 dz größer als im Vormonat (2611 dz bzw. 1,945 Mill RM), ist aber wertlich um 0,393 Mill RM (20 %) hinter diesem sowie um 1484 dz (36 %) und 0,981 Mill RM (39 %) hinter dem Import des vorjährigen Parallelmonats (4144 dz bzw. 2,533 Mill RM) zurückgeblieben. Auf seiten der Ausfuhr ergibt sich gegenüber dem Juli (67 264 dz bzw. 22,7 Mill RM) eine Steigerung um 6585 dz (10 %) bzw. 0,740 Mill RM (3,3 %) und im Vergleich zum August 1931 (121 137 dz bzw. 38,829 Mill RM) eine Abnahme um 47 288 dz (39 %) und 15,389 Mill RM (40 %). Überblickt man die abgelaufenen acht Monate, so zeigen sich hier wie dort Minderungen gegen die gleiche Periode des Vorjahres. Bei der Einfuhr, die 1758 Lichtmaschinen usw. (3850 i. V.), 30 528 Dynamos, Elektromotoren usw. (45 740 i. V.), 4454 Bogen- usw. Lampen (7199 i. V.) und 4,291 Mill Metalldrahtlampen (3,914 i. V.) umfaßte, betrugen sie 13 531 dz (39 %) bzw. 8,689 Mill RM (36 %), bei der Ausfuhr 293 257 dz (31 %) und 91,677 Mill RM (29,3 %). Diese hat den Bestimmungsländern insgesamt 61 153 Lichtmaschinen usw. (53 939 i. V.), 377 088

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1291; 1932, S. 951

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz August 1932	Einfuhr in dz Januar/August 1932	Einfuhr in dz Januar/August 1931	Ausfuhr in dz August 1932	Ausfuhr in dz Januar/August 1932	Ausfuhr in dz Januar/August 1931
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren . . .	42	107	321	932	6 491	4 455*
907 b/g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer[1]; Transformatoren und Drosselspulen	1 044	7 327	14 614	17 296	194 431	177 094*
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	8	319	506	1 234	11 851	15 863*
908 a, b	Elektrizitätsammler, deren Ersatzplatten (Elektroden) .	88	466	1 553	5 790	29 055	39 626*
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	402	2 370	3 460	18 608	142 110	348 775*
910 a/c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	18	94	114	83	1 106	1 521*
911 a	Metallfadenlampen	190	1 659	1 804	486	2 835	5 586*
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	—	—	57	7	72	155
912 A1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	11	100	80	43	283	449
912 A2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittlungseinrichtungen; Bestandteile davon .	25	488	322	742	8 878	13 704*
912 A3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	198	2 303	3 730	2 083	23 458	45 245*
912 A4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	61	539	951	1 394	12 977	16 747*
912 B	Bügeleisen; in der Ausfuhr auch Bestandteile davon . .	—	31	48	362	3 160	5 230
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate (ausgenommen 912 B); in der Ausfuhr auch Bestandteile davon . . .	115	614	658	1 594	10 315	11 460*
912 D	Röntgenröhren; in der Ausfuhr auch Bestandteile davon	1	25	32	22	205	222*
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	124	819	1 000	1 410	10 685	12 797*
912 F1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	6	63	129	616	5 391	7 624*
912 F2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	253	3 622	5 058	16 501	146 965	174 771*
912 F3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgenommen 912 D)	46	506	519	571	5 877	9 585*
912 F4	Galvanische (auch Trocken-)Elemente, elektr. und galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	15	30	110	2 087	14 725	29 057*
912 F5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a)	13	75	18	[6]	[6]	[6]
912 F6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	—	—	4	38	190	255
912 F7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe und Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	1 948	15 070	19 162*
—	Elektrotechnische Erzeugnisse, unvollständig angemeldet	—	—	—	2	16	20
	Summe von Tarifunterabschnitt 18B: Menge in dz . .	2 660	21 557	35 088	73 849	646 146	939 403*
	Summe von Tarifunterabschnitt 18B: Wert in 1000 RM	*1 552*	*15 397*	*24 086*	*23 440*	*220 784*	*312 461**
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	26	161	131	34	227	12 391
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	1	23	29	47	431	511
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	6	60	56	327	3 544	4 985
648 d	Elektroden	267	1 772	1 984	13 996	91 315	116 239
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	—	—	6	2 477	16 433	39 291*
740 a	Glühlampenkolben	—	9	59	481	4 653	9 205
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	4	43	121	[9]	[9]	[9]
799 c	desgl. aus schmiedbarem Eisen	21	305	488			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	257	2 494	2 152	5 894	52 008	87 465*
915 b4	Elektrokarren[8]	.	.	.	26	1 980	1 931*

Dynamos, Elektromotoren usw. (447 096 i. V.), 79 480 Bogen- usw. Lampen (135 519 i. V.), 21,447 Mill Metalldrahtlampen (37,938 i. V.) sowie 0,201 Mill Kohlefaden- usw. Lampen (0,413 i. V.) geliefert. Der Überschuß des Exports stellte sich für den genannten Zeitabschnitt auf 624 589 dz bzw. 205,387 Mill RM (904 315 dz bzw. 288,375 Mill RM i. V.). *fm.*

[1] Quecksilberumformer s. Nr. 912 F 2. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen usw. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Isolationsgegenstände aus Ambroin, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroin, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art (auch Isolationsglocken) aus Steingut oder Porzellan. — [8] Einfuhr unter 915 b (Last-, Liefermotorwagen). — [9] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.

* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 38: Welche Fabrik elektrischer Heizapparate führt auf ihren Erzeugnissen das Fabrikzeichen „Esste"?

Frage 39: Wer fertigt elektrische Kochgeräte aus Aluminium an?

Abschluß des Heftes: 21. Oktober 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

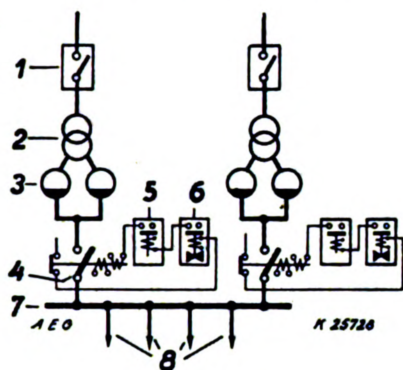
Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Verwendung vielpoliger Automaten in selbsttätigen Schaltanlagen.

Mitteilung der AEG.

Nachdem selbsttätige Anlagen in großer Zahl in Betrieb sind, liegt heute das Problem in der Vereinfachung der schalttechnischen Anordnungen. Die Betriebstüchtigkeit einer derartigen Anlage nimmt mit zunehmender Vereinfachung zu. Die Vereinfachung ist in drei verschiedenen Richtungen möglich:

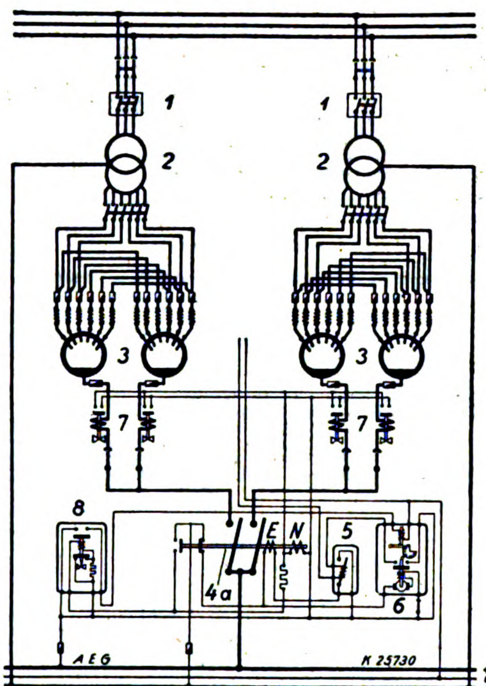
1. Von grundlegender Bedeutung ist die Vereinfachung der Aufgabenstellung. Man findet häufig, daß diese unnötig verwickelt ist, weil der Besteller übertrieben hohe Anforderungen an die Anlage stellt.
2. Die zweite Möglichkeit der Vereinfachung ist Aufgabe des Schaltspezialisten, der auf Grund seiner Übung und seiner Erfahrung in steigendem Maße fähig wird, schwierige, schalttechnische Aufgaben mit einfachen Mitteln zu lösen.
3. Eine dritte Möglichkeit besteht noch darin, daß man in stärkerem Maße als bisher untersucht, ob eine Vereinfachung der prinzipiellen Schaltung der zu automatisierenden Anlage möglich ist.



1 = Hochspannungs-Ölschalter des Gleichrichtersatzes,
2 = Transformator,
3 = Glasgleichrichter,
4 = Gleichstrom-Automat mit selbsttätiger Wiedereinschaltapparatur,
5 = Zwischenschütz für den Automaten,
6 = Wiedereinschaltrelais für 4,
7 = Gleichstrom-Sammelschiene,
8 = Abzweige.

Abb. 1. Glasgleichrichter-Unterwerk mit zwei Glasgleichrichtersätzen mit je einem einpoligen Gleichstrom-Automaten.

Als Beispiel hierfür wird im folgenden eine Schaltanordnung behandelt, bei der es sich um den Ersatz vieler einpoliger Schalter einer Glasgleichrichter-Anlage durch einen mehrpoligen Schalter handelt. Der Hauptgrund, warum diese Anordnung gegenüber der Verwendung vieler einpoliger Schalter vorteilhaft ist, besteht nicht nur in der Verringerung des Schalteraufwandes, sondern vor allem darin, daß durch diese Maßnahme die zusätzlichen Einrichtungen, die zur Steuerung dieser Schalter benötigt werden, in beträchtlichem Maße vereinfacht werden können. In Abb. 1 ist eine Glasgleichrichter-Station in einer Ausführung dargestellt, wie sie in den letzten Jahren häufig ausgeführt wurde. In den Gleichstromkreis jedes Gleichrichtersatzes ist ein einpoliger Gleichstrom-Automat geschaltet, der zum Zwecke seiner selbsttätigen Wiedereinschaltung mit einem Zwischenschütz, mit Hilfskontakten und mit einem Wiedereinschaltrelais ausgerüstet wurde. Die genaue Untersuchung der vorliegenden Schaltung ergibt, daß für den Betrieb Nachteile nicht entstehen, wenn man an Stelle der einpoligen Automaten einen vielpoligen Automat benutzt mit dem Erfolg, daß man die zusätzlichen Apparate, wie Zwischenschütze, Hilfskontakte und Wiedereinschaltrelais, nur einmal benötigt. Gegenüber den früher an Stelle der Gleichrichter benutzten umlaufenden Umformern haben die Gleichrichter die Eigenschaft, daß sie infolge ihrer Ventilwirkung einen Rückstrom nicht auftreten lassen. Infolgedessen kann man die Gleichrichter im Gegensatz zu den umlaufenden Umformern, auch wenn sie drehstromseitig abgeschaltet, d. h. außer Betrieb sind, gleichstromseitig ohne weiteres mit dem Netz in Verbindung lassen. Daß betriebstechnisch keine Nachteile infolge des Ersatzes der einpoligen Schalter durch den mehrpoligen Schalter entstehen, beruht außerdem darauf, daß die Ausschaltung des einpoligen Schalters 4 eines Gleichrichtersatzes (Abb. 1) bei Überlastungen doch die Ausschaltung des zweiten Schalters derselben Anlage nach sich zieht. Nimmt man an, daß in einer Anlage drei Gleichrichtersätze in Betrieb und gleichmäßig belastet sind, daß in diesem Zustand ein Überstrom auftritt, und daß das Überstromrelais des ersten Gleichrichters zufällig zuerst abläuft und dessen Automaten ausschaltet, dann besteht kein Zweifel, daß auch die Überstromrelais der beiden in Betrieb bleibenden Gleichrichtersätze die entsprechenden Automaten ausschalten, denn nach der Abschaltung des ersten Gleichrichters müssen ja diese beiden im ersten Augenblick in Betrieb bleibenden dessen Last mit übernehmen. Hieraus folgt, daß durch die vorgeschlagene Maßnahme betriebstechnisch keine Nachteile entstehen, daß aber anderseits schalttechnisch eine Vereinfachung und Ersparnis erzielt werden kann.



1 = Hochspannungs-Ölschalter,
2 = Transformator,
3 = Glasgleichrichter,
4a = Zweipoliger Automat,
5 = Zwischenschütz,
6 = Wiedereinschaltrelais,
7 = Überstromrelais der einzelnen Gleichrichtergefäße,
8 = Zeitrelais zur Entrieglung des Wiedereinschaltrelais.

Abb. 2. Ausführungsschaltbild eines Gleichrichter-Unterwerkes mit zwei Gleichrichtersätzen und einem zweipoligen Gleichstrom-Automaten.

Abb. 2 zeigt eine ausgeführte Glasgleichrichter-Station, bei der gleichstromseitig ein zweipoliger Automat verwendet wurde. Gegenüber der Möglichkeit, auf Automaten an der erwähnten Stelle ganz zu verzichten oder sie der Einfachheit und Billigkeit wegen durch Sicherungen zu ersetzen oder sämtliche Glasgleichrichter über einen gemeinsamen, einpoligen Automaten mit dem Netz zu verbinden, hat die geschilderte Anordnung den Vorteil, daß die Stromkreise in außergewöhnlichen Kurzschluß- oder Rückzündungsfällen zuverlässig unterbrochen werden.

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

Statistik der Elektrizitätswerke Rumäniens 1931. Herausg. v. Verband der Erzeuger u. Verteiler elektr. Energie in Rumänien, Sibiu. Mit 1 Karte u. 144 S. in 4⁰. Zu bez. dch. Herausg. in Bukarest, Str. Constantin Mille 8 und Sektion II des Verbandes, Sibiu, Str. Trei Stejari Nr. 1, 1932. Preis geh. 10 RM.

Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik. 11. Aufl. Herausg. v. A. Eucken, O. Lummer † u. E. Waetzmann. Bd. 4, Teil 2: Technische Anwendungen der Elektrizitätslehre (Elektr. Maschinen, Kraftübertragung, Telegraphie). Bearb. von H. Decker u. E. Flegler, herausg. v. S. Valentiner. Mit 441 Fig. i. Text, XVI u. 462 S. in gr. 8⁰. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn AG., Braunschweig 1932. Preis geh. 30 RM, geb. 33 RM.

Sonderabdrucke.

Handbook of the Bureau of Standards, Washington. Nr. 16 v. 17. XII. 1931: Wood Poles for Overhead Electrical Lines.

An unsere Mitglieder!

Wir bitten unsere Mitglieder, bei Anfragen und Aufträgen in erster Linie die Inserenten der ETZ, der Verbandszeitschrift, zu berücksichtigen

VERBAND
DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER
ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 3. November 1932 | Heft 44

Betriebserfahrungen auf den elektrisierten Linien der Österreichischen Bundesbahnen.

Von Ministerialrat Ing. **Hugo Luithlen**, Wien[1].

Übersicht. Allgemeine Daten über den elektrischen Betrieb. Lastverteilung und Belastung der Kraftwerke. Zusammenarbeit der Kraftwerke. Ruetzwerk und Spullerseewerk. Kraftwerksbetrieb. Übertragungsleitungen. Unterwerke. Fahrleitung. Instandhaltungsdienst. Betriebstörungen. Verunglückungen.

Im Jahre 1929 wurde das gesetzlich festgelegte Elektrisierungsprogramm der Österreichischen Bundesbahnen erfüllt; es stehen nunmehr an elektrisierten Linien 623 km im Betrieb, d. s. 10,7 % der Bundesbahnlinien. Außerdem besteht die elektrische Zugförderung bei den schon früher für den elektrischen Betrieb eingerichtet gewesenen Linien: St. Pölten-Gußwerk („Mariazellerbahn"), Wien—Hainburg („Preßburgerbahn") und Mittenwaldbahn mit insgesamt rd. 217 km Betriebslänge. Unter Einrechnung dieser Linien wurden im Jahre 1930 von rd. 15,6 Mrd Gesamtlast- (Brutto-) tkm rd. 2,6 Mrd, also rd. 16 % elektrisch befördert und von rd. 80 Mill Lokomotiv-km rd. 12 Mill, also rd. 15 % von elektrischen Triebfahrzeugen geleistet. Durch den elektrischen Betrieb wurde im Jahre 1930 eine Kohlenersparnis erzielt, die etwa 16 % des Gesamtkohlenverbrauches entsprach.

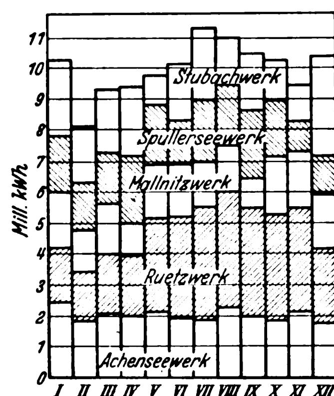


Abb. 1. Aufteilung der Arbeit auf die Kraftwerke im Jahre 1931.

Von den 623 km elektrisierten Linien bilden 516 km ein in sich geschlossenes Netz, das den Linienzug Salzburg—Innsbruck—Buchs samt den Zweigen Kufstein—Wörgl, Innsbruck—Brenner und Feldkirch—Bregenz umfaßt[2]. Mit diesem Netz befaßt sich vornehmlich der vorliegende Aufsatz.

Die Zugförderungsenergie für dieses Netz wird von den vier bahneigenen Kraftwerken[3] (Mallnitzwerk, Stubachwerk, Ruetzwerk und Spullerseewerk) sowie von dem der Tiroler Wasserkraftwerke AG. (Tiwag) gehörigen Achenseewerk[3] geliefert. Alle Werke sind Wasserkraftwerke und verfügen mit Ausnahme des Mallnitz- und Ruetzwerkes über Speicher.

Lastverteilung.

Die Aufteilung der Last auf die einzelnen Kraftwerke erfolgt nach den Weisungen einer Zentralstelle in Innsbruck, der K. E. L.[4], bei der ein durchgehender Dienst gehalten wird und die als oberste ausübende Stelle für den Instandhaltungsdienst bei der Lastverteilung stets auch auf den Zustand der Anlagen Bedacht nehmen kann. Außer diesem Gesichtspunkte gelten für die Lastverteilung folgende Grundsätze: tunlich weitgehende Ausnutzung der zwei Grundlastwerke (Mallnitzwerk und Ruetzwerk), Berücksichtigung der Wasserwirtschaft des Stubachwerkes und des Spullerseewerkes zwecks Sicherstellung der Speicherwirkung, endlich Heranziehung des Achenseewerkes nach Maßgabe des Stromlieferungsvertrages mit Berücksichtigung der gewährleisteten Mindestabnahme.

Die im Jahre 1931 tatsächlich durchgeführte Lastaufteilung ist aus der Abb. 1 zu ersehen. Die verhältnismäßig starke Heranziehung des Spullerseewerkes in den Sommermonaten ist auf die zeitweise Ausschaltung der Übertragungsleitung zwecks Erneuerung des Mastanstriches zurückzuführen, wodurch das Spullerseewerk zeitweise den Bedarf auf dem Arlberg und in Vorarlberg allein decken mußte. Die gleiche Ursache (Mastanstrich) führte im September zur zeitweisen Abstellung des Mallnitzwerkes, was die geringe Septemberarbeit dieses Werkes erklärt. Die vergleichsweise geringe Energielieferung des Mallnitzwerkes im April ist auf einen Durchschlag in einem Umspanner zurückzuführen. Es zeigt sich hieraus, daß die Lastverteilung durch den Zustand der Anlagen, insbesondere unter Berücksichtigung der notwendigen Instandhaltungsarbeiten, weitgehend beeinflußt wird.

Belastung der Kraftwerke und sonstige grundlegende Angaben.

Die von den bahneigenen Kraftwerken abgegebenen jährlichen Arbeitsmengen sind in der Zahlentafel 1 zusammengestellt. Es ist daraus zu ersehen, daß die Kraftwerke, an der Jahresarbeit im Regeljahr gemessen, noch wenig belastet sind und daß für eine weitere Elektrisierung noch eine reichliche Reserve vorhanden ist.

Zahlentafel 1. Gesamtarbeit der bahneigenen Kraftwerke.

	Für den jetzigen Ausbau errechnete Jahresarbeit in einem Regeljahre Mill kWh	im Jahre 1927	1928	1929	1930	1931
		abgegebene Arbeit in Mill kWh				
Mallnitzwerk	41,6	—	—	5,8	18,0	17,7
Stubachwerk	43,6	—	—	18,2	37,9	23,3
Ruetzwerk	42,0	27,8	32,6	36,9	31,5	34,2
Spullerseewerk	23,5*	20,5	18,1	16,2	14,2	20,1
Summe . . .	150,7	48,3	50,7	77,1	101,6	95,3

* Einschließlich Pumpanlage.

Das Verhältnis der Spitzenbelastung zur mittleren Belastung der einzelnen Kraftwerke ist aus der Zahlentafel 2 zu entnehmen. Die Wirkung der Speicherwerke

Zahlentafel 2. Spitzenbelastungen und mittlere Belastungen der Kraftwerke im Jahre 1931.

Mallnitzwerk		Stubachwerk		Achenseewerk		Ruetzwerk		Spullerseewerk	
höchste Spitze L_s	mittlere Leistung L_m	höchste Spitze L_s	mittlere Leistung L_m	höchste Spitze L_s	mittlere Leistung L_m	höchste Spitze L_s	mittlere Leistung L_m	höchste Spitze L_s	mittlere Leistung L_m
kW		kW		kW		kW		kW	
3700	2020	11 500	2652	9600	2805	9300	3695	17 500	2358
$\frac{L_s}{L_m}$ = 1,83		4,84		3,42		2,94		7,42	

[1] Für die Beurteilung betriebstechnischer Angelegenheiten wurde der langjährige Vorstand der Kraftwerks- und Elektrostreckenleitung in Innsbruck, Herr Oberbaurat Ing. Friedrich Wirth, als Mitarbeiter gewonnen.

[2] S. Abb. 1 auf S. 1213 der ETZ 1927.

[3] Mallnitz: ETZ 1929, S. 824, 1059 u. 1215. Stubach: ETZ 1930, S. 169; 1932, S. 796. Ruetz: ETZ 1929, S. 824; 1930, S. 1422. Spullersee: ETZ 1926, S. 677. Achensee: ETZ 1929, S. 748 u. 780. Karte der Werke: ETZ 1930, S. 1422.

[4] „Kraftwerks- und Elektrostreckenleitung" siehe Luithlen, ETZ 1927, S. 1214.

(Spullersee-, Stubach- und Achenseewerk) für die Spitzendeckung kommt in den angeführten Zahlen deutlich zum Ausdruck.

Der Wechsel in der Belastung auf dem gesamten Westnetz ist aus der Abb. 2 zu ersehen, in welcher die Summenleistungen für einen normalen Sommertag der Jahre 1930 und 1931 eingetragen sind.

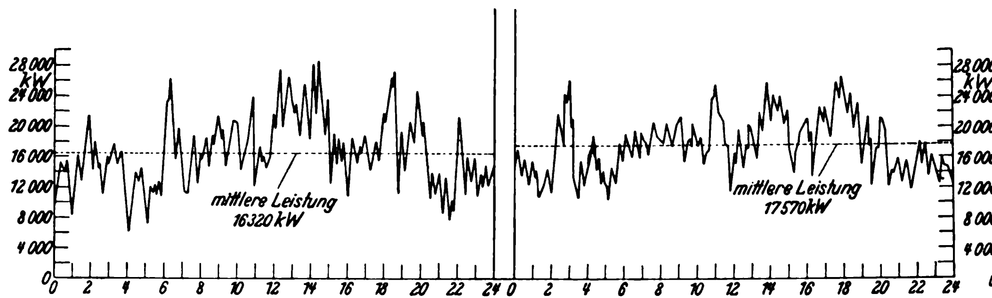


Abb. 2. Tagesleistung für die Strecken westlich von Salzburg für einen normalen Sommertag der Jahre 1930 (links) und 1931 (rechts).

Der spezifische Energiebedarf je Gesamtlast-Tonnenkilometer ist in der Zahlentafel 3 für die Jahre 1927 bis 1931 zusammengestellt. Die Höchstwerte des Monatsdurchschnittes fallen im allgemeinen in den Dezember, die Mindestwerte in den Mai oder Juni jeden Jahres. Die größeren Werte im Winter sind nicht nur auf die Heizung der Züge, sondern auch auf die geringere Auslastung der Züge und den größeren Bahnwiderstand im Winter zurückzuführen. Jeder größere Schneefall drückt sich deutlich in den Tagesbelastungskurven aus.

bzw. 17 %. (Die große Differenz dieser Zahlen erklärt sich aus dem Umstand, daß sich der „spezifische Wasserverbrauch" je kWh gegenüber der seinerzeitigen Annahme von 0,722 m³/kWh wegen des Vorwiegens des Spitzenbetriebes gegenüber der Abgabe von Grundlast und wegen der großen Blindstromabgabe durchschnittlich mit etwa 0,8 m³/kWh ergeben hat.) Die in Abb. 3 enthaltene Darstellung der Wasserwirtschaft des Spullerseewerkes im Jahre 1928 erläutert am besten die damaligen Verhältnisse. Die Zuflüsse waren in diesem Jahre nicht groß genug, um bei bescheidener Heranziehung des Spullerseewerkes zur Deckung des Energiebedarfes auch noch die Füllung des Speichers zu bewirken. Der nutzbare Seeinhalt erreichte nur etwa 11 Mill m³, während das Fassungsvermögen 13,12 Mill m³ beträgt, so daß sich ein Abgang von mehr als 2 Mill m³ ergab. Es erschien daher eine Vergrößerung der verwertbaren Zuflüsse wünschenswert. Dies konnte durch Heranziehung der bis dahin unbenutzt aus dem Rohrstollen[5] abgelaufenen (nicht dem Einzugsgebiete des Spullersees zugehörigen) Wasser erfolgen, da diese durch eine — schon seinerzeit beim Bau des Spullerseewerkes geplant gewesene[6], aber aus Ersparnisrücksichten damals nicht ausgeführte — Pumpanlage in die Stollenrohrleitung eingepreßt und so der Abarbeitung

Zahlentafel 3. Spezifischer Energieverbrauch auf das Gesamtlast-Tonnenkilometer (gemessen ab Kraftwerk).

	1927			1928			1929			1930			1931			Anmerkung
	monatlicher Durchschnitt															
	höchster	niedrigster	mittlerer	höchster	niedrigster	mittlerer	höchster	niedrigster	mittlerer	höchster	niedrigster	mittlerer	höchster	niedrigster	mittlerer	
	Wert in Wh/tkm			Wert in Wh/tkm			Wert in Wh/tkm			Wert in Wh/tkm			Wert in Wh/tkm			
A) Für die Linien westlich v. Salzburg einschl. Mittenwaldbahn	—	—	50	—	—	51	67,2 (58,3)	52,5 (44,9)	58,8 (50,6)	63,5 (52,5)	48 (41)	53 (44,7)	60,1 (52,9)	45,2 (40,6)	51,8 (44,9)	Die eingeklammerten Werte gelten ab Unterwerk
B) für alle von den ÖBB elektr. betriebenen Linien . . .	58,2	42,3	50,9	67,9	46,5	52,2	67,4	51,8	58,9	60,6	48,3	53,3	65,3	47,1	52,4	

Die bei der Arbeitsübertragung auftretenden Verluste in den Übertragungsleitungen und in den Unterwerken betrugen im Jahre 1927 11,8 %, im Jahre 1928 10,6 %, im Jahre 1929 14 %, im Jahre 1930 15,5 %, endlich im Jahre 1931 13,52 %, alles im Jahresdurchschnitt gerechnet. In diesen Verlusten stecken aber auch noch die von der Übertragungsleitung unmittelbar abgenommenen Energiemengen für die Werkstättenanlage der Zugförderungstelle in Innsbruck (Jahresbedarf etwa 150 000 kWh, etwa 1,2 ‰ der Gesamtjahresarbeit der Kraftwerke).

Zusammenarbeit der Kraftwerke.

Die fünf Kraftwerke arbeiten in der Regel alle parallel, seltener in Gruppen, wobei meistens eine Teilung in eine Ostgruppe (Mallnitzwerk und Stubachwerk) und eine Westgruppe (Achenseewerk, Ruetzwerk und Spullerseewerk) platzgreift.

Ruetzwerk und Spullerseewerk.

Die Zusammenarbeit der beiden bahneigenen, westlich gelegenen Kraftwerke Ruetzwerk und Spullerseewerk in der ersten Betriebszeit wurde in ETZ 1927, S. 1215, beschrieben. Hiernach wurde zur Deckung des Blindstromes hauptsächlich das Spullerseewerk herangezogen. Dieses Kraftwerk war damals (Zahlentafel 1 auf S. 1215) nur sehr wenig mit Wirkstrom (jährliche Arbeitsleistung im Jahre 1926 rd. 6 Mill kWh) belastet. Die Betriebsverhältnisse änderten sich in den folgenden Jahren grundlegend: das Spullerseewerk mußte wegen des Fortschreitens der Elektrisierung und Steigerung des Verkehres auch beträchtliche Wirklasten übernehmen, so im Jahre 1928 rd. 18,2 Mill kWh. Zu dieser Zeit trat nun aber beim Spullerseewerk auch ein Herabgehen der Zuflüsse und daher auch eine Verminderung des Arbeitsvermögens ein, u. zw. gegenüber den seinerzeitigen Berechnungen im Regeljahr um 8 %

im Spullerseewerk zugeführt werden können. Diese (inzwischen fertiggestellte) Pumpanlage ist im Fensterstollen *I* des Rohrstollens untergebracht und ist für bedienungslosen Betrieb eingerichtet. Da die jeweilig zu pumpende Wassermenge — der Zulauf schwankt stark nach

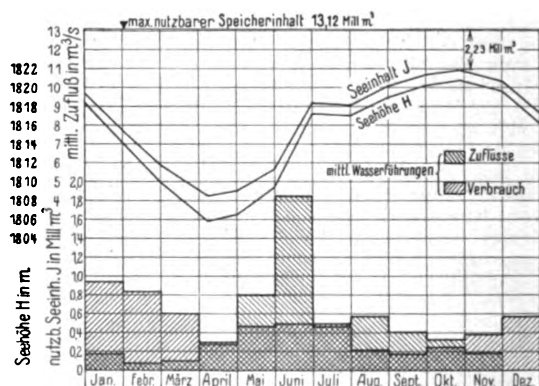


Abb. 3. Wasserwirtschaft des Spullerseewerkes im Jahre 1928.

der Jahreszeit — und der zu überwindende, von dem Seespiegelstand abhängige Gegendruck stark veränderlich sind, waren bei der Herstellung dieser kleinen Anlage ganz interessante technische Fragen zu lösen. Die Pumpanlage ermöglicht die Verwertung einer Wassermenge von jähr-

[5] Luithlen, ETZ 1924, S. 1371, Abb. 4.
[6] Dittes, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 44, S. 362 (1926).

lich etwa 3,2 Mill m³; hätte sie schon im Jahre 1928 bestanden, wäre der damalige Abgang von etwa 2 Mill m³ durch Pumpung leicht zu ersetzen und so das von der Betriebsleitung angestrebte Ziel der Speicherfüllung vor dem Winter zu erreichen gewesen. Bei der vorauszusehenden Wiederkehr der ungünstigen metereologischen Verhältnisse der Jahre 1928 und 1929 wird die Wasserwirtschaft des Spullerseewerkes durch die Pumpanlage wesentlich erleichtert werden.

Die Steigerung des Verkehres auf dem Arlberg — der Verkehr im Jahre 1928 war um 28 % größer als im letzten Friedensjahr 1913 — macht vergleichsweise große Energietransporte vom Ruetzwerk gegen Westen notwendig, denen die für den Verkehr des Jahres 1913 ausgelegte Übertragungsleitung, insbesondere in der Teilstrecke Ruetzwerk—Flirsch[7] mit einem Querschnitt von 2 · 50 mm² Kupfer, nicht gewachsen war. Es zeigten sich im Betriebe Schwierigkeiten, weil die Spannungen im Osten zu hoch gehalten werden mußten und doch im Westen, insbesondere für den Verkehr auf den Steilrampen (31,5 ‰) der Arlbergstrecke zu niedrig waren. Die zu hohen Spannungen gaben zu Schäden an den Schützen und Hilfsbetrieben der Lokomotiven Anlaß, während die zu geringen Spannungen zu Überlastungen der Triebmotoren der Lokomotiven führten. Auf Grund eingehender Untersuchungen, die sich auf Betriebsmessungen stützen konnten, wurde festgestellt, daß die Leistungsfähigkeit der Übertragungsleitung am wirtschaftlichsten durch eine Verstärkung der Leiterquerschnitte in der Teilstrecke Ruetzwerk—Unterwerk Flirsch und durch Anordnung von Drosselspulen erhöht werden konnte. Die Querschnittserhöhung wurde teilweise durch den Neubau von kurzen Leitungsteilstrecken vom Ruetzwerk zum Unterwerk Zirl und von Landeck bis Unterwerk Flirsch mit 2 · 95 mm²-Kupferseilen und durch Austausch der 50 mm²-Seile gegen solche mit 95 mm² Querschnitt in der Teilstrecke Zirl—Landeck bewirkt. Hierdurch erhielt einerseits das Unterwerk Zirl, das nach Auflassung des Unterwerkes Reith der Mittenwaldbahn auch die Speisung der Mittenwaldbahn (Teilstrecke Innsbruck—Scharnitz) übernommen hatte, eine seiner Bedeutung entsprechende zweite Verbindung mit dem Ruetzwerk und es wurde anderseits einem Wunsche der Betriebsdienststelle entsprechend die bisher in der Strecke Landeck—Flirsch auf dem Bahngestänge zugespannte 55 kV-Übertragungsleitung entbehrlich gemacht. Die Leitungsverstärkung in der Teilstrecke Zirl—Landeck war schon seinerzeit bei der Berechnung der Maste berücksichtigt worden, es mußten aber doch einige Winkelpunktmaste verstärkt werden. Es sei nebenbei bemerkt, daß diese Verstärkung auch einige Eisenbetonmaste mit I-förmigem Querschnitt betraf und daß diese außergewöhnliche Aufgabe durch eine eigenartige Ausfüllung des Querschnittes zu einem voll rechteckigen einfach und sachgemäß gelöst wurde.

Neben der Querschnittsvergrößerung der Übertragungsleitung, die allein nach den durchgeführten Untersuchungen nicht genügte, wurde der Einbau von Zusatzumspannern oder Drosselspulen studiert[8]. Die Entscheidung fiel aus betrieblichen Gründen zugunsten der letzteren. Es wurden zwei Doppelspulen mit im ganzen 40 Ω Blindwiderstand eingebaut, u. zw. in Freiluftanlagen beiderseits des Unterwerkes Roppen. Durch die Vergrößerung der im Vergleich zum Widerstand zu geringen Reaktanz der Leitung wird deren Leistungsfähigkeit bedeutend gehoben. Die Grenzleistung der Leitung wird bei 8 % Spannungsabfall durch die Verstärkung der Leitung allein um 118 % und durch die Drosselspulen im ganzen um 198 % gesteigert[8].

Zu einer weiteren Verbesserung des Zusammenarbeitens der beiden westlichen Werke erschien auf Grund der Betriebserfahrungen auch noch die Aufstellung des vierten Maschinensatzes im Spullerseewerk wünschenswert, für den bereits die Räume und Fundamente vorbereitet waren. Die besonders im Sommer notwendige Übernahme von viel Blindlast machte oft die Heranziehung aller drei vorhandenen Maschinen notwendig. Der oft eintretende Betriebszustand ist durch folgende den Betriebsdaten des Jahres 1927 beispielsweise entnommene Angaben charakterisiert:

Ruetzwerk: Leistung 5800 kW; $\cos\varphi = 1{,}0$; 5800 kVA; Spannung 55 750 V.

Spullerseewerk: Leistung 1386 kW; $\cos\varphi = 0{,}124$; 11 200 kVA; Spannung 47 000 V.

Da die Scheinleistung von 11 200 kVA durch längere Zeit nur durch alle drei alten Maschinensätze gedeckt werden konnte, lief das Spullerseewerk oft ohne Maschinenreserve. Bei der Überlegung, ob ein Phasenschieber oder ein vollständiger Maschinensatz aufgestellt werden sollte, entschied man sich wegen der besseren Ausnutzungsmöglichkeit und des vergleichsweise geringen Kostenunterschiedes für den vollständigen Maschinensatz. Er ist für 8000 PS Wirkleistungsaufnahme und für folgende Scheinleistungsabgabe bemessen: Grundleistung 6000 kVA, steigerbar auf 10 800 kVA (30 min) bzw. 15 500 kVA (6 min). Bei dem im Sommer häufigen Betrieb mit sehr geringer Wirklast machte sich der Mangel an abgearbeitetem, für die Kühlwasseranlage verwendetem Wasser bemerkbar, und es wurde daher eine Reserve-Kühlwasseranlage mit Anschluß an die Druckleitung geschaffen. Eine solche ist um so notwendiger, als die Turbinenschaufeln beim Phasenschieben gekühlt werden müssen. Endlich sei erwähnt, daß die früher[9] der Zusammenarbeit abträgliche Verschiedenheit in der Wirkungsweise der Regler (Dick bzw. Tirill) durch Einbau von Thoma-Reglern im Spullerseewerk behoben wurde.

Aus den vorstehenden Ausführungen ist zu ersehen, daß es notwendig geworden ist, den geänderten Betriebsverhältnissen entsprechend vergleichsweise große Ergänzungsanlagen zu schaffen, um ein klagloses Zusammenarbeiten des Ruetzwerkes mit dem Spullerseewerke zu sichern.

Als im Jahre 1927 das Achenseewerk mit der Energielieferung einsetzte, bedurfte es anfänglich einer starken Einflußnahme der K.E.L. auf das Zusammenwirken, besonders weil die benachbarten Werke (Ruetzwerk und Achenseewerk) anfänglich das Bestreben zeigten, Wirklast an sich zu ziehen und Blindlast abzulehnen. Als im Jahre 1929 das Stubachwerk die Energieabgabe aufnahm, stellte sich bald heraus, daß die Zusammenarbeit mit den anderen Kraftwerken die Einhaltung eines verhältnismäßig hohen Spannungsniveaus notwendig machte, das beim gegebenen Übersetzungsverhältnis der Umspanner (6300/52 500 V) zu hohe Generatorspannungen erforderte. Es wurde daher das Übersetzungsverhältnis der Transformatoren auf 6300/57 500 V umgeändert.

Kraftwerksbetrieb.

In den Kraftwerken sind an den Schaufeln mehrerer Turbinen Korrosionen aufgetreten. Insbesondere gilt dies für die neueren Turbinen mit größerer Drehzahl (500 gegen 333 U/min). Dieses Problem, das bekanntlich auch bei vielen ausländischen Anlagen aufgetreten ist, ist noch nicht ganz gelöst. Bei manchen Turbinen traten die Anfressungen nur an den Spitzen der Schaufeln auf und verschwanden nach Änderung der Spitzenform, bei manchen Turbinen zeigten sich Korrosionen an den Rückflächen der Schaufeln, wogegen eine Formänderung Abhilfe schuf; dagegen haben bei Anfressungen an den Innenflächen der Becher die wiederholt vorgenommenen Nacharbeiten (Verschweißen der Poren und Nachschleifen) noch keine vollkommen befriedigenden Erfolge gezeitigt. Ein Versuch mit Schaufeln aus rostfreiem Stahl ist im Gange. Die bei einer Turbinenbauart wegen der hohen Drehzahl erfolgte Verwendung von Doppelschaufeln wurde verlassen, weil die beim Abkühlen des Stahlgusses zu befürchtenden „Warmrisse" nicht sicher vermieden werden können.

Als eine andere vielfach aufgetretene Erscheinung sind die Schäden an den Dämpferwicklungen der Stromerzeuger zu bezeichnen, die bei den im Bahnbetriebe unvermeidlichen großen Lastschwankungen und Kurzschlüssen außerordentlich beansprucht werden. In einem Falle führte der Bruch einer Dämpferwicklungsverbindung zu Zerstörungen am Ständer, wodurch eine mehrmonatige Außerbetriebsetzung des Stromerzeugers verursacht wurde. Die hier und bei anderen Maschinen gemachten Erfahrungen führten dazu, bei der Wieder- bzw. Neuherstellung der Dämpferwicklungen besonders auf eine sichere und den Längenänderungen bei Erwärmung und Abkühlung genügend Rechnung tragende Konstruktion der Verbindungen zu achten.

In einem Kraftwerke zeigte sich nach etwa viermonatigem Betriebe ein Lockerwerden der Ständerbleche an den Zähnen; bei einer Maschine gab dies zu einem Durchschlage Anlaß. Die Ursache dieser Erscheinung war, daß bei der ungewöhnlichen Breite der Ständerbleche trotz richtiger Bemessung des mittleren Pressungsdruckes der örtliche Druck an einzelnen Stellen den zulässigen Mindestbetrag überschritten hatte, so daß durch die magnetische Schwingung Lockerungen verursacht werden konnten. Durch Einsetzen von Keilen bei den Zähnen und

[7] Vgl. Abb. 13 im vorgenannten Aufsatz v. Luithlen, ETZ 1924, S. 1401.

[8] Hruschka, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 229 (1932).

[9] S. ETZ 1927, S. 1215.

Nachziehen der Preßschrauben wurde die notwendige Pressung wieder hergestellt. Bei dem neuen für das Spullerseewerk im Jahre 1931 gelieferten Generator IV wurden, um das Lockerwerden der Bleche auch an den Zähnen zu verhindern, starke Druckfinger aus unmagnetischem Nickelstahl angebracht, die jeder für sich durch eine Druckschraube gegen die Druckplatten aus Stahlguß zusätzlich abgestützt werden können.

Das im Jahre 1912 für die Energieversorgung der Mittenwaldbahn erbaute Ruetzwerk war bekanntlich[10] für den im Jahre 1923 beginnenden Betrieb auf der Arlbergbahn umgebaut worden (Vergrößerung des Wasserschlosses, 2. Rohrleitung, 3. Maschinensatz usw.). Die unvergleichlich größeren Belastungen, der unruhigere Betrieb, das Parallelarbeiten mit anderen Kraftwerken zeitigten die Notwendigkeit weiterer Ausgestaltungen. So wurde die Einlaufanlage umgebaut, um einerseits das Eindringen von Sand zu vermeiden und anderseits die Bedienung der Einlaufanlage im Winter und bei hohen Wasserständen zu erleichtern. Dieser Umbau erstreckte sich namentlich auf die Beseitigung des häufig, insbesondere durch Vereisung verlegten Grobrechens, auf die Vergrößerung der Neigung des Leerschusses vor dem Feinrechen, auf die Abänderung der Neigung dieses Rechens, auf die Auswechslung der bisherigen Rechenstäbe mit rechteckigem Querschnitt durch solche mit fischbauchförmigem Profil und schließlich auf die Errichtung einer Zwischenmauer in der Einlauftrompete. Ferner genügten die ursprünglich nur für den Betrieb der Arlberglinie allein bemessenen Ölschalter (Werks- und Speisungschalter) nicht mehr beim Parallelbetrieb aller fünf Werke und mußten durch Schalter größerer Abschaltleistung ersetzt werden.

Die aus dem Jahre 1912 stammenden Transformatoren erlitten wiederholt Durchschläge, weil die unmittelbar in den Ölinhalt eingebauten wasserführenden Kühlschlangen durch den vom Kühlwasser mitgerissenen Sand durchgescheuert wurden und Wasser ins Öl eintreten ließen. Eine neu hergestellte Kläranlage zur Entsandung des Kühlwassers brachte nur teilweise Abhilfe. Bei dem notwendig gewordenen Austausch der alten Transformatoren wurde daher die ganze Transformatoren-Kühlanlage, und zwar auch die des „neuen" (im Jahre 1923 beschafften) Transformators umgestaltet. Dieser hatte wohl eine außerhalb des Transformatorkessels angeordnete Ölkühlanlage, doch war auch diese mit konzentrisch angeordneten Öl- und Wasserrohren hergestellte Anlage durch den Sand in ihrer Wirkung beeinträchtigt. Die für alle Transformatoren im Jahre 1930 hergestellte neue Anlage beruht auf der Einlagerung der das Öl führenden Kühlrohre in einer geräumigen von Wasser durchflossenen betonierten Grube. Bei dieser Anordnung kann der vom Kühlwasser mitgeführte Sand den Rohren nichts anhaben. Der Umstand, daß das Wasser bei den Laufwerken trotz vorhandener Reinigungsanlagen recht sand- und schlammführend ist, führt zu dem Schlusse, daß es günstiger ist, dort von der Betätigung von Einrichtungen (Sicherheitsabsteller, Schieber) durch Druckwasser Abstand zu nehmen und lieber Öldruck zu verwenden. Außer den vorerwähnten Umbauten ergaben sich beim Ruetzwerke noch mannigfache Ergänzungsherstellungen durch die neu angeschlossenen Übertragungsleitungen zum Anschlusse an das östliche Netz bzw. an die Unterwerke Matrei und Hall. Der Anschluß der Doppelleitung nach dem Unterwerk Zirl erfolgte mit einem Ölschalter; die Möglichkeit der Abtrennung einer der Leitungen ist durch außerhalb des Kraftwerkes angeordnete Trennmesser gegeben. Die Stromerzeuger wurden nach dem Muster der neuerbauten Werke mit Windungschlußschutz und Gestellschlußschutz ausgestattet.

Bei der Betriebsführung des Ruetzwerkes muß hinsichtlich der Wasserwirtschaft in weitgehender Weise auf die Interessen der Unterlieger, insbesondere der an den Innsbrucker Werkskanälen liegenden Industrien, Rücksicht genommen werden. Als Ersatz für ein geplant gewesenes Ausgleichbecken wurden bestimmte, die Gleichmäßigkeit der Wasserführung im Unterwasser des Ruetzwerkes gewährleistende Betriebsvorschriften aufgestellt. Die seit dem Bestande des Ruetzwerkes vorhandene Möglichkeit der gegenseitigen Wasseraushilfe mit dem der Stadt Innsbruck gehörenden Sillwerke hat sich mehrmals bewährt, so bei der im Jahre 1930 notwendig gewordenen gründlichen Ausbesserung des Ruetzwerkstollens, der infolge ungünstiger Terrainbeschaffenheit teilweise undicht geworden war. Durch die Wasseraushilfe konnte der Betrieb des Ruetzwerkes während der mehrere Wochen dauernden Arbeiten im Stollen ungestört aufrechterhalten werden.

Im Spullerseewerk entstand in der 10 kV-Drehstromzelle (Einführungsstelle der Freileitung vom Litzwerk, das aushilfsweise Strom für die Nebenbetriebe liefert) infolge Blitzschlags ein von der Blitzschutzvorrichtung ausgehender starker Ölbrand, der durch Verqualmung der 55 kV-Räume zu einer mehrstündigen Betriebsunterbrechung des ganzen Spullerseewerkes zwang. Bei der Wiederherstellung der Einführungsstelle wurde die Blitzschutzvorrichtung ausgebaut, so daß jetzt keine vorhanden ist.

(Schluß folgt.)

[10] Luithlen, ETZ 1924, S. 1368.

Betriebseigenschaften von Kupferoxydul-Trockengleichrichtern.

Von Dipl.-Ing. **Helmut Böhm**, Berlin.

Übersicht. Ein im Dauerbetrieb befindlicher Kupferoxydul-Trockengleichrichter mit 15 000 Betriebstunden wird untersucht und seine Betriebseigenschaften besprochen. Ferner wird eine Sonderschaltung für selbstregelnde Dauerladung erwähnt, die ohne jedes Relais bei nur 2 % Spannungsanstieg eine Ladestrom-Abschaltung bewirkt.

Bei der Beurteilung der Lebensdauer von Trockengleichrichtern hat man sich bisher noch kein abschließendes Urteil bilden können, da die seit Herstellung der ersten brauchbaren Systeme verflossene Zeit von 3 Jahren nicht genügt hat, die Lebensdauergrenze zu erreichen. Bisher erscheint es, als ob seiner Betriebsfähigkeit durch das Alter überhaupt keine Grenze gesetzt ist und daß sich der Oxydulgleichrichter wie ein elektrischer Leiter verhält, welcher nur durch besondere Umstände zerstört werden kann. Auch durch die nachstehend geführte Untersuchung wird diese Ansicht bekräftigt und außerdem gezeigt, welche besonderen Vorzüge der Oxydulgleichrichter gegenüber anderen Gleichrichterarten besonders für Dauerlade-Einrichtungen besitzt.

Die Untersuchung, welche sich auf rd. 13 000 h erstreckt hat, wurde an einem Gleichrichter 12 V, 0,7 A in Graetz-Schaltung vorgenommen. Mittels 5 Sekundäranzapfungen am Transformator wird dem Gleichrichter eine der normalen Ladestromstärke entsprechende Spannung zugeführt. Auf der Gleichstromseite war eine normale sechszellige Blei-Akkumulatorenbatterie angeschlossen, welche in gewissen Zeitabständen wieder entladen wurde. Die Ladestromstärke wurde stets bei 12 V Batteriespannung abgelesen. Zunächst mußten dem Gleichrichter 15 V Wechselspannung zugeführt werden, was Anzapfung 3 entsprach. Wie aus Abb. 1 ersichtlich, fiel der Ladestrom

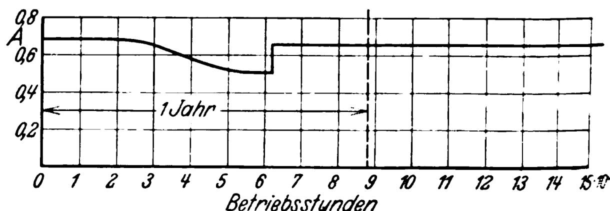


Abb. 1. Dauerversuch mit Kupferoxydul-Gleichrichter (12 V, 0,7 A); Batterieladung von 6 Zellen.

zwischen 2000 und 6000 Betriebstunden von 0,69 A auf 0,5 A, um sich diesem Wert als Grenzwert zu nähern. Der Rückgang des Ladestromes infolge der Alterung beträgt also 27 %, was auf den ersten Blick verhältnismäßig groß erscheinen mag und den Kupferoxydul-Gleichrichter z. B. für Meßzwecke als weniger geeignet erscheinen läßt. Bei Batterieladung ist jedoch der ohmsche Widerstand fast der einzige, welcher im Ladekreis liegt und den Lade-

strom begrenzt. Infolgedessen geht auch der Ladestrom fast proportional mit der Widerstandszunahme zurück.

Bei Widerstandsbelastung, wo der Gleichrichter-Widerstand nur einen Bruchteil des Gesamtwiderstandes darstellt, würde der Entnahmestrom infolge Alterung nur um etwa 5 % zurückgehen. Durch Vergrößerung des äußeren Widerstandes kann dieser Einfluß beliebig klein gemacht werden, so daß man also bei Gleichrichtern für besondere Zwecke die Alterung kompensieren kann.

Nach 6200 Betriebstunden wurde der Gleichrichter an Transformatorstufe *4* angeklemmt, wodurch der Ladestrom wieder auf 0,74 A stieg und wozu 16,2 V erforderlich waren. Nach der Umklemmung blieb der Ladestrom bis zur bisher erreichten Betriebstundenzahl von 12 800 h konstant und wird, wie ähnliche bis zu 25 000 h ausgedehnte Versuche gezeigt haben, voraussichtlich nicht weiter abfallen. Die exakte Wiederstandsmessung zeigt allerdings eine weitere Zunahme des inneren Widerstandes zwischen 6000 und 12 800 Betriebstunden.

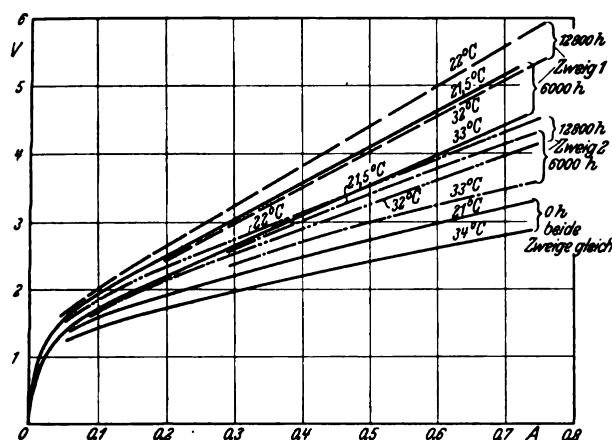


Abb. 2. Spannungsabfälle im Gleichrichtersystem nach 0, 6000 und 12 800 Betriebstunden, mit Gleichstrom gemessen.

In Abb. 2 sind die Vorstrom-Charakteristiken nach 0, 6000 und 12 800 Betriebstunden bei rd. 21° und 33° C mit Gleichstrom aufgenommen worden. Die Untersuchung bei 33° C erfolgte in einer Wärmekammer. Das Gleichrichtersystem wurde auf der Gleichstromseite kurz geschlossen und die Gleichspannung in dem einen oder anderen Sinne an die Wechselstromanschlüsse unter Vorschaltung eines Widerstandes gelegt, woraus sich die Spannungsabfälle für Zweig *1* und *2* ergeben haben. Wie man sieht, hat die Alterung bei kleinen Strömen von 0,05 A so gut wie gar keinen Einfluß auf die Widerstandszunahme; erst bei Strömen in Größe des Nennstromes tritt eine merkliche Zunahme ein. Bei Batterieladung durchlaufen (s. Abb. 5) die einzelnen Stromwerte die ganze Charakteristik und erreichen Spitzen, die über 0,7 A liegen. Bei innerer Widerstandszunahme werden die Stromspitzen flacher, so daß die mittlere Belastung kleineren Stromwerten zustrebt, bei welchen der Spannungsabfall wieder kleiner wird. So erklärt sich auch, daß zwischen 6000 und 12 800 Betriebstunden trotz weiterer geringer Zunahme des inneren Widerstandes der Ladestrom konstant geblieben ist.

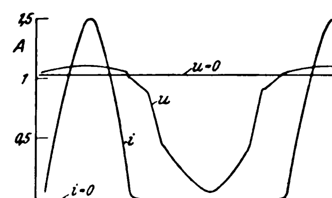


Abb. 3. Strom und Spannung an einem Zweig der Graetz-Schaltung.

Zur Beurteilung von Trockengleichrichtern wird gewöhnlich das Verhältnis von Vor- und Rückstrom für gleiche Spannungen in beiden Stromrichtungen angegeben[1], welches beim Rectifex-Kupferoxydul-Trockengleichrichter nach einer Untersuchung der T. H. Dresden rd. $^1/_{6000}$ beträgt. Die im Betriebe auftretenden Spannungsverhältnisse liegen jedoch ungünstiger, wie das ebenfalls von der T. H. Dresden an einem Rectifex-Trockengleichrichter der Westinghouse Cooper Hewitt G. m. b. H., Berlin, aufgenommene Oszillogramm Abb. 3 zeigt. Bei dem hier untersuchten 24 V-Gleichrichter liegen an einem Zweig der Graetz-Schaltung in der Sperrichtung $48\,V_{max}$, in der Durchlaßrichtung nur $3\,V_{max}$, was den Rückstrom unter Berücksichtigung der Erwärmung auf 1,5% erhöht. Beim Ausbleiben des Primärstromes beträgt die Beanspruchung in der Sperrichtung etwa nur den vierten Teil, da bei der Eigenart der Graetz-Schaltung doppelt soviel Zellen als während des Betriebes hintereinander liegen und nur die Batteriespannung von 24 V gesperrrt werden muß; alsdann geht der Rückstrom auf etwa 0,4 % zurück.

¹ O. Irion, ETZ 1930, S. 994.

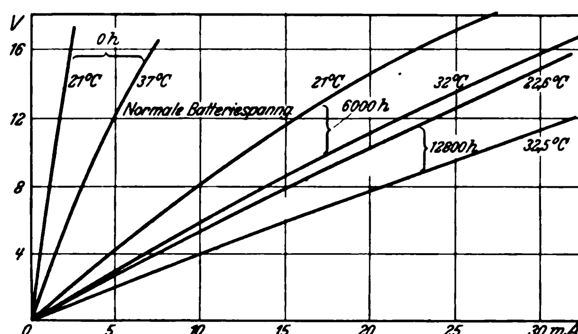


Abb. 4. Rückströme bei abgeschaltetem Wechselstromnetz nach 0, 6000 und 12 800 Betriebstunden, mit Gleichstrom gemessen.

Bei dem in Dauerladung untersuchten Gleichrichter wurde der Rückstrom bei abgeschaltetem Wechselstromnetz nach 0, 6000 und 12 800 Betriebstunden bei etwa 22° und 32° C (Abb. 4) aufgenommen. Da der Rückstrom allein keine nennenswerte Erwärmung hervorruft, so sind für den aus der Batterie zurückfließenden Strom die Kurven für normale Raumtemperatur, also 22° C, maßgebend. Anfangs betrug der Rückstrom 0,3 % und stieg nach 12 800 Betriebstunden auf 3,3 %. Wie aus den aufgenommenen Kurven hervorgeht, scheint der Rückstrom auch einem Grenzwert zuzustreben. Diese Eigenschaften müssen ebenso wie z. B. die Hysteresis und Wirbelstromverluste eines Transformators in Kauf genommen werden und liegen in der Natur des Oxydul-Trockengleichrichters.

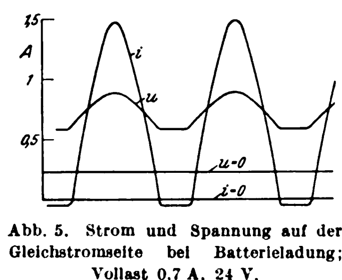


Abb. 5. Strom und Spannung auf der Gleichstromseite bei Batterieladung; Vollast 0,7 A, 24 V.

Je nach Belastungsart benötigt man verschiedene Wechselspannungen am Transformator:

Bei Kondensatorbelastung strebt die Gleichspannung dem Maximum der kommutierten Gleichspannung zu, da sich die Kondensatoren bis zu diesem Spannungswert aufladen. Die notwendige effektive Wechselspannung liegt alsdann 1 : 1,4 unter der Gleichspannung.

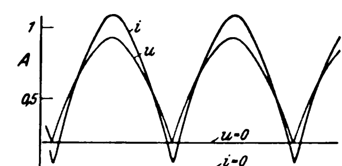


Abb. 6. Strom und Spannung auf der Gleichstromseite bei Widerstandsbelastung; Vollast 0,7 A, 24 V.

Bei Batterieladung beginnt die Ladung schon, wenn der Scheitelwert der kommutierten Wechselstromkurve die Batteriespannung überschreitet. Ist die effektive Wechselspannung etwa gleich der Batteriespannung, so wird, da der innere Widerstand der Gleichrichtersysteme sehr gering ist, bereits der Vollastladestrom erreicht. In Abb. 5 ist das entsprechende Oszillogramm gezeigt.

Bei Widerstandsbelastung muß die zugeführte Wechselspannung etwa 35 % über der mit einem Drehspulinstrument gemessenen Gleichspannung liegen; das entsprechende Oszillogramm zeigt Abb. 6.

Bei induktiver Last als Glättungsdrossel vor Stromverbrauchern sind rd. 60 % mehr Wechselspannung als Gleichspannung erforderlich, da die Drossel einen erheblichen induktiven Spannungsabfall erzeugt. Der ohm-

sche Spannungsabfall kann als unerheblich vernachlässigt werden, doch muß das Gleichrichtersystem selbst mit etwa 40 % mehr Gleichrichterplatten ausgerüstet werden.

Die Transformatoren werden mit entsprechenden Anzapfungen ausgeführt, um dem Gleichrichtersystem je nach Belastungsart, Alterung und den durch Streuung in der Fabrikation hervorgerufenen verschiedenen Widerständen entsprechende Spannung zuzuführen. Bei ausreichender Glättung und bei Drehstromschaltungen sind keine Unterschiede zwischen Batterieladung und Widerstandsbelastung festzustellen.

Die oben angegebenen Spannungswerte beziehen sich alle auf Graetz-Schaltung. Bei der bei Glasgleichrichtern üblichen Spannungsteilerschaltung müssen diese Spannungen am Transformator zweimal vorhanden sein, wodurch die Zahl der erforderlichen Anzapfungen am Transformator verdoppelt wird. Da man die Sekundärwicklung wegen der ungünstigen Belastungsverhältnisse etwa 40 % stärker bemessen muß und da der Trockengleichrichter ohne Schwierigkeiten für Graetz-Schaltung gebaut werden kann, so hat diese Schaltung im Gegensatz zu Glasgleichrichtern für Trockengleichrichter wenig praktische Bedeutung gewonnen. Nur bei kleinen Spannungen, wo nur eine Platte in einem Kreis der Graetzschaltung liegt und wo eine weitere Teilbarkeit deswegen nicht mehr möglich ist, bietet die Spannungsteilerschaltung durch Ersparnis an Gleichrichterscheiben Vorteile. Bei beiden Schaltungen benötigt man nämlich dieselbe Gesamtscheibenzahl für eine bestimmte Gleichspannung. Die kleinstmögliche Gesamtscheibenzahl beträgt bei Graetz-Schaltung 4 Scheiben entsprechend 5 V Gleichstrom, bei Spannungsteilerschaltung 2 Scheiben entsprechend 2,5 V Gleichstrom. Bei 2,5 V Gleichstrom müßte man also bei Graetz-Schaltung unnützerweise 4 Scheiben statt 2 bei der Spannungsteilerschaltung einbauen, weshalb letztere vorzuziehen ist.

Vergleicht man Transformatoren für Glühkathoden-Gleichrichter und Trockengleichrichter miteinander, so ergeben sich beachtliche Unterschiede. Beispielsweise sind zur Ladung von 3 Zellen beim Glasgleichrichter 2 · 22 V auf der Sekundärseite und die 10,6fache Typenleistung des Transformators notwendig, während man beim Trockengleichrichter mit 8 V und der 3,5fachen Leistung auskommt. Bei höheren Gleichrichterspannungen liegen wegen des geringeren prozentualen Spannungsabfalls im Glaskolben diese Werte günstiger; so bei 30 Zellen 2 · 102 V und 4,9fache Typenleistung, während beim Trockengleichrichter nur 65 V Wechselstrom und 3,5fache Typenleistung notwendig sind. Hieraus folgt, daß sich schon wegen der verschiedenen Spannungen Trockengleichrichter nicht an vorhandene Transformatoren für Glühkathoden-Gleichrichter anschließen kann.

Interessant ist, daß man beim Glühkathoden-Gleichrichter die höchste Zellenspannung von 2,7 V für die Spannungsbemessung des Transformators zugrunde legen muß, während beim Trockengleichrichter eine Wechselspannung, die nur 2 V Zellenspannung entspricht, ausreichend ist. Da sich nämlich der Trockengleichrichter wie ein Vorschaltwiderstand verhält, so tritt infolge Abnehmens des Ladestromes bei steigender Zellenspannung selbsttätig eine entsprechende Spannungserhöhung ein. Die Spannung des Glühkathoden-Gleichrichters nimmt dagegen wegen seines konstanten inneren Spannungsabfalls nicht nennenswert zu, so daß man erst durch Vorschaltung eines besonderen Widerstandes die notwendige Spannungs-Charakteristik schaffen muß. Beim Trockengleichrichter kann also der beim Glühkathoden-Gleichrichter notwendige Vorschaltwiderstand gespart werden, was sich sehr vorteilhaft auf den Gesamtwirkungsgrad auswirkt.

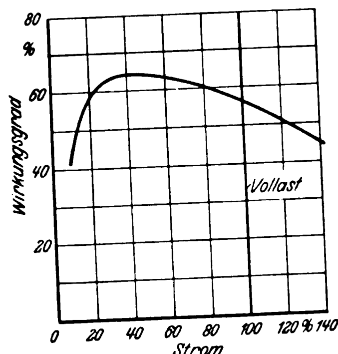
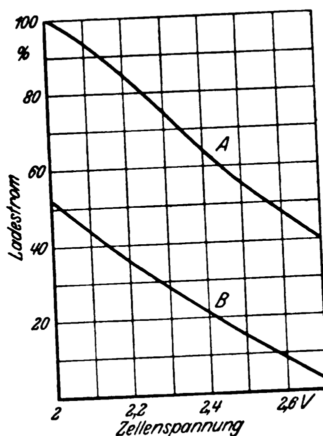


Abb. 7. Wirkungsgrad eines Kupferoxydul-Trockengleichrichters.

Bei Entlastung steigt der Wirkungsgrad des Trockengleichrichters dauernd und erreicht sein Maximum etwa bei Halblast (Abb. 7). Bei Dauerlade-Einrichtungen, ein hauptsächliches Anwendungsgebiet für Trockengleichrichter, wird gewöhnlich mit 40 ... 70 % Vollaststrom geladen, so daß also gerade die hauptsächlichste Belastung in der günstigsten Wirkungsgradzone liegt. Man kann daher mit einem Gesamtwirkungsgrad beim Trockengleichrichter von rd. 65 % rechnen, während beim Glasgleichrichter z. B. nur etwa 25 % bei 24 V Gleichstrom erwartet werden können. Erst bei rd. 60 V Gleichstrom erreicht der Glasgleichrichter den Wirkungsgrad des Trockengleichrichters.

Über die verschiedenen Kennzeichen einer Batterieladung mit Oxydulgleichrichtern ist an anderer Stelle schon eingehend berichtet worden[2]. Noch einmal sei in anderer Form wiederholt, daß ein Spannungsabfall im Gleichrichter eingehalten werden kann, welcher, auf die Batteriezelle umgerechnet, rd. 0,4 V beträgt. Es ist verständlich, daß beim Ansteigen der Zellenspannung von 2 auf z. B. 2,4 V die Ladung aufhören muß, da Spannungsgleichgewicht vorhanden ist. Eine solche Ladekurve kann man z. B. mit jedem Westinghouse-Trockengleichrichter erreichen, wenn man durch Zuführung entsprechender niedriger Wechselspannung den Anfangsladestrom auf etwa den halben Maximalwert herabsetzt, wie das Abb. 8 *B* zeigt. Darüber und darunter liegende Kurven können durch Zuführung darüber und darunter liegender Wechselspannungen erzielt werden.



A normale Batterieladung
B selbstregelnde Dauerladung

Abb. 8. Ladekurven eines Kupferoxydul-Trockengleichrichters.

Bei Drosselladung läßt sich eine so stark abfallende Ladekurve nicht auf dieselbe Weise erreichen, da durch den Spannungsabfall in der Drosselspule die „harte“ Charakteristik des Gleichrichters wieder „weich“ gemacht wird. Erst durch besondere Schaltungen kann dieselbe Wirkung erreicht werden, wovon jedoch später berichtet werden soll. Es ist sogar möglich, bei nur 10 % Spannungsanstieg, also 2,2 V Zellenspannung, den Ladestrom fast auf Null zu reduzieren, was speziell für automatische Telephonanlagen erwünscht ist, da andernfalls das sichere Ansprechen der Wählerschalter infolge Steigens der Batteriespannung gestört wird.

Bei allen mit Kupferoxydul-Gleichrichtern bisher gemachten Erfahrungen zeigt sich immer wieder, daß der Trockengleichrichter in seinen Betriebseigenschaften dem Transformator gleichzusetzen ist. Gewisse Eigenschaften desselben wie Rückstrom und Alterung müssen ebenso wie z. B. Hysteresis- und Wirbelstromverluste eines Transformators in Kauf genommen werden. Erfreulicherweise hat sich gezeigt, daß sich der Kupferoxydul-Trockengleichrichter nunmehr auch für Stromstärken bis etwa 100 A und Spannungen bis 220 V Gleichstrom ohne Schwierigkeiten herstellen läßt, wobei diese größeren Systeme ebenfalls die hervorstechende Eigenschaft der kleineren, die fast unbegrenzte Lebensdauer, besitzen.

Zur Zeit der Drucklegung hat der oben genannte, in Dauerladung befindliche Gleichrichter 17 000 Betriebstunden erreicht, ohne daß sich wesentliche Veränderungen seit der nach 12 800 Betriebstunden durchgeführten Untersuchung ergeben hätten. Nach angemessener Zeit wird noch ein kurzer Bericht über den Abschluß des Dauerversuches gegeben werden. Die ferner oben angeführte Schaltung mit steil abfallender Ladekurve konnte so weit verbessert werden, daß nur bei 2 % Spannungsanstieg der Ladestrom vom Maximalwert auf den Nullwert fällt. Die Wirkung dieser Einrichtung ist in der Tat verblüffend, da die Ladestromab- und -zuschaltung wie durch ein höchst empfindliches Relais vor sich geht.

Ganz besonders möchte ich noch Herrn Prof. Dr.-Ing. Güntherschulze und Herrn Dr. Spielhagen von der T. H. Dresden für die Überlassung der Oszillogramme danken.

[2] O. Irion, ETZ 1930, S. 994.

Falsche Propheten.

Übersicht. Zu dem in der ETZ 1932, S. 809, veröffentlichten Aufsatz des Herrn Dr.-Ing. G. Siegel, Berlin, sind uns, wie erwartet, verschiedene Meinungsäußerungen zugegangen, die wir des Raumes wegen auszugsweise mit einem Schlußwort des Herrn Siegel hier folgen lassen.

I.

Herr W. A. Th. Müller-Neuhaus, Schwerin a. Teupitzsee, wendet ein, daß der Aufsatz in seiner wirtschaftstheoretischen Stellungnahme unbedingt eine Klarstellung erfordere. Mit Sätzen, wie: „Eine Geldwirtschaft ist ohne Zins nicht durchführbar" und „Der Begriff ‚Wirtschaft' schließt das Erarbeiten eines Überschusses ein" könne heute nichts mehr bewiesen werden. Sie entstammten dem „positiven Wirtschaftsgut", der sog. „klassischen Nationalökonomie", deren völlige Unhaltbarkeit samt ihrer Antithese „Marxismus" im Laufe des letzten Jahrzehnts in praxi deutlich erwiesen sei. Herr Müller-Neuhaus verlangt eine philosophische Behandlung wirtschaftlicher Probleme und weist neben einigen Quellenwerken auf den Besuch seiner wirtschafts-philosophischen Vorlesungen an der Humboldt-Hochschule hin. „Jedenfalls — schließt er — kann man jugendfrischen Gedankengängen, selbst wenn sie Fehler enthalten, heute nicht mehr mit dem veralteten Rüstzeug einer unhaltbar gewordenen Lehre entgegentreten. Es ist nicht nur ein Gebot der Vernunft, sondern geradezu väterländische Pflicht, dem Kommenden mit offenen Sinnen frohe Hände zu reichen."

II.

Herr Dipl.-Ing. Magistratsbaurat K. Lüdde, Breslau, begrüßt es, daß zu einer ausgesprochen parteipolitischen Arbeit des Nationalsozialismus Stellung genommen wird und hofft, daß bald weitere folgen werden. Er tadelt aber mit heftigen Worten den ablehnenden Standpunkt und die Art der Kritik Dr. Siegels an den wirtschaftspolitischen Theorien Lawaczeks. Auch er wendet sich gegen die Behauptung, daß eine Geldwirtschaft ohne Zins nicht durchführbar sei und verlangt den wissenschaftlichen Beweis hierfür. Er bestreitet weiter, daß die Abschaffung des Zinses entweder zu einer völligen Reglementierung der Produktion oder zu einer Überproduktion führen werde. In ähnlichen Gedankengängen wie Herr Müller-Neuhaus schließt er seine Zuschrift wie folgt: „Die jüngeren Herren werden darauf achten müssen, daß sie sich nicht leichtfertig über Erfahrungen der Technik hinwegsetzen, die älteren müssen schärfste Selbstkritik in wirtschaftlichen Fragen üben, denn unsere alte Wirtschaftslehre enthält vieles, was gedankenlos geglaubt wird, trotzdem man bei einigem Nachdenken unbedingt feststellen muß, daß es auch anders sein könnte. In diesem Sinne finde ich die Brücke zu den Worten des Herrn Dr. Siegel, dem sicherlich überhaupt nicht in den Sinn gekommen sein wird, daß ein sachlicher Mensch anders als er selbst denken könne."

III.

Aus den Äußerungen von Herrn Dr. Marguerre, Mannheim, heben wir folgendes hervor:

„In der Arbeit von Dr. Siegel „Falsche Propheten" ist in allgemeiner Weise, besonders von wirtschaftspolitischen Gesichtspunkten aus, über die phantastischen Pläne von Lawaczek berichtet worden. Es erscheint erwünscht, ohne auf die heute sehr umstrittenen wirtschafts- und währungspolitischen Seiten einzugehen, einige technische Ausführungen von Lawaczek näher zu beleuchten.

Lawaczek führt richtig aus, daß die Höhe der Strompreise im Einzelhaushalt und beim einzelnen Gewerbetreibenden in erster Linie durch die Verteilungskosten bedingt ist. Er behauptet, das sei eine Folge der falschen Politik und der Gewinnsucht des Kapitalismus; hätte man nicht Überlandzentralen, sondern einzelne kleine Elektrizitätswerke ausgebaut, so wäre das Anlagekapital viel kleiner und die Energie billiger geworden. Da die wirtschaftliche Grundlage dieser Frage die gleiche wie die der Zukunftspläne ist, verlohnt sich ein Eingehen hierauf, wobei natürlich nur mit durchschnittlichen Erfahrungszahlen gerechnet werden soll.

Zunächst gilt Lawaczeks Satz offenbar nicht für die Städte, da deren Versorgung anfangs nur von Einzelkraftwerken aus erfolgte. Wohl hätten sich vielleicht in ihren Mittelpunkten für einzelne Häuserblocks selbständige Werke wirtschaftlich errichten lassen, ihr größter Teil mit geringerer Konsumdichte wäre jedoch immer auf ein Verteilungsnetz angewiesen, und das Herausschneiden einiger besonders konsumstarker Häuserblocks hätte in unsozialer Weise die Stromversorgung der übrigen Bewohner verteuert. Für einen großen Teil der Bevölkerung Deutschlands scheiden also die Lawaczekschen Betrachtungen von vornherein aus, da sie im wesentlichen von Einzelwerken versorgt werden. Man wird damit rechnen können, daß bei jedem Wirtschaftsystem für Anlagen von mehr städtischem Charakter im Durchschnitt die Kosten der Erzeugungsanlagen je kW 300 ··· 400 RM, die Kosten der Verteilungsanlagen 700 ··· 1000 RM je kW Spitze ausmachen.

Wie steht es in den mehr ländlichen Gebieten? Hätte man hier jedem Dorf (oder auch jeder Dorfgruppe) ein eigenes Werk gegeben, so blieben zunächst einmal die Ortsnetzkosten übrig. Für diese muß ein Durchschnittswert von nicht unter 500 RM je kW Spitze angesetzt werden; hinzu kommen noch die Kosten der kleinen Lokalkraftwerke. Die Tatsache, daß diese Werke auch Reserven, die prozentual größer werden, haben müssen, daß sie erfahrungsgemäß schlechter ausgenutzt werden als zusammengefaßte Werke, bei denen sich die Belastungen ausgleichen, und daß kleinere Werke höhere Einheitskosten verursachen, führt dazu, daß die Anlagekosten für die Krafterzeugung sich gegenüber der zentralisierten Erzeugung auf weit über das Doppelte, also um 400 ··· 500 RM je kW Spitze höher stellen würden. Demgegenüber hätte man die Verteilungsleitungen der Überlandanlagen großenteils gespart. Deren Kosten liegen aber erfahrungsgemäß in der Größenordnung der eben errechneten Differenz in den Anlagekosten der Kraftwerke. Die behauptete Ersparnis an Anlagekosten bzw. Jahreskosten wäre nicht eingetreten, dagegen würden die viel höheren Betriebskosten aller kleinen Zentralen den Verbrauch belasten, der entsprechend kleiner ausfallen würde.

Diese rückblickende Betrachtung führt zur Beleuchtung des Projektes der 10 Mill kW-Spitzenenergie zu 200 RM (??), die aus Wasserkräften gewonnen werden sollen. Lawaczek vergißt hierbei — abgesehen von der phantastischen Annahme eines Preises, der vielleicht für einige besonders günstige Fälle der Wahrheit nahe kommen könnte, niemals aber bei allen deutschen Flüssen —, daß diese Energie nicht nur erzeugt, sondern auch den Verbrauchern zugeleitet werden muß. Bekanntlich würde bei einem starken Zunehmen des Koch-, Licht- und Wärmeverbrauchs — er rechnet ja zunächst etwa mit einer Verdoppelung des Absatzes —, der nach seiner eigenen Meinung noch in die Spitze fällt (sonst brauchte er ja nicht die neue Spitzenenergie), eine erhebliche Verstärkung aller Ortsnetze erforderlich, ebenso müßten alle Verteilungsleitungen entsprechend vergrößert werden, da ja doch die Spitzen-Wasserkraftenergie in Form von elektrischer Energie den Konsumenten zugeführt werden soll. Dabei kann nicht angenommen werden, daß diese 10 Mill kW über ganz Deutschland gleichmäßig verteilt errichtet werden können. Sie sind nach der geographischen Lage mehr nach dem Süden konzentriert gelegen, so daß auch noch Höchstspannungsleitungen notwendig werden. Der erforderliche Ausbau der Leitungen bis zum Abnehmer würde also bewirken, daß hierzu nicht nur die überaus zweifelhaften 200 RM je kW, sondern mindestens 600 bis 800 RM je kW dazu erforderlich würden, d. h. der Strom würde nicht 5 Pf kosten, sondern allein aus dem Kapitaldienst ein Vielfaches hiervon; außerdem kämen auf diesen Zusatzstrom auch noch gewisse Vertriebskosten, die neben dem Kapitaldienst liegen und auch im nichtkapitalistischen Wirtschaftsystem nicht fortfallen würden. Die Rechnung des Herrn Lawaczek ist also um mindestens 500 % falsch, und es ist damit erwiesen, daß auch, wenn seine Ausbaumethode technisch durchführbar wäre, nichts für die Strompreissenkung gewonnen wäre.

Das bedenklichste ist aber folgendes: Lawaczek will 10 Mill kW mit seinem Staffelausbau der Flüsse gewinnen. Er sagt aber selbst auf Seite 61, daß in Deutschland nur 6 Mill kW an Wasserkräften vorhanden sind, was stimmt; davon ist schon ein Viertel ausgebaut!! Vielleicht könnte man meinen, er wolle hier durch Wassertagesspeicherung nachhelfen. Dem widerspricht, daß seine Wasserkräfte noch während 6000 ··· 7000 h zur Wasserstofferzeugung ausgenützt werden (s. S. 72). Das würde also heißen, daß er aus ihnen noch etwa 60 ··· 70 Mrd kWh her-

ausholt. Bekanntlich gehen aber zuverlässige Berechnungen der gesamten Wasserkräfte Deutschlands auf höchstens 20 ··· 30 Mrd kWh (wovon bereits mehrere Milliarden ausgenutzt sind), was mit den 6 Mill kW von Lawaczek stimmt. Lawaczek schafft diese Energiequellen aus dem Nichts!

Nun zum Wasserstoff, mit dem er ganz Deutschland versorgen will. Würde man die vielleicht vorhandenen etwa 20 Mrd kWh Wasserkraftüberschuß im Sinne Lawaczeks für Wasserstofferzeugung verwenden, so könnten daraus (nach L.) etwa 4,5 Mrd m^3 erzeugt werden. Hieraus würden nach ihm $13{,}5 \cdot 10^{12}$ Kalorien gewonnen, wobei er einen aufgerundeten oberen Heizwert annimmt (S. 74). Da aber fast immer der untere Heizwert in Betracht kommt, ist die Zahl auf $10{,}8 \cdot 10^{12}$ zu verkleinern, was (bei 7200 kcal/kg) etwa einer Menge von 1 500 000 t Steinkohle entspräche. Das bedeutet etwas mehr als 1 % der deutschen Steinkohlen- und Braunkohlenproduktion. Er will aber den Wasserstoff überall an Stelle der Kohle setzen (S. 56 ··· 60).

Hier vollzieht er den Übergang von 36 Mrd kWh auf 350 ··· 400 Mrd in einer für die ganze Schrift charakteristischen Weise. Der technisch weniger bewanderte Laie gewinnt so leicht den Eindruck, daß alles aus Wasserkräften gewonnen wird. Oder aus Wind? Die 20fache Energieproduktion von heute auf einer Basis, die noch nicht im Maßstabe von einem Millionstel des „Programmes" ausprobiert ist! Was werden dann, da der Wind alles ohne menschliche Arbeitskraft macht, die Millionen, die im Bergbau und Eisenbahnwesen beschäftigt werden, tun? müßte man fragen, um in Lawaczeks Gedankengängen zu bleiben. — Vielleicht denkt er aber doch an Erzeugung durch Kohle: dabei werden aber allerhöchstens 20 ··· 25 % der Kohlenenergie als Wasserstoffwärme wiedergewonnen, d. h. die Kohlenverschwendung, die er tadelt, würde sich mehr als verdoppeln. Aber auch hier weiß er Rat: auf Seite 63 wird auseinandergesetzt, daß mit Hilfe des verflüssigten Wasserstoffes das Wärmegefälle so vergrößert werden kann, daß der Wärmeverbrauch auf $^1/_3$ ··· $^1/_{10}$ des jetzigen gesenkt werden kann (da heute bekanntlich thermische Wirkungsgrade von 25 % und mehr erreicht werden, also 125 ··· 250 % Wirkungsgrad?). Aber von letzterem Zahlenunsinn abgesehen, ist doch offensichtlich, daß zur Verflüssigung von Wasserstoff unter Energieverbrauch (anders geht es ja nicht) immer mehr Energie nötig ist, als an Erhöhung des thermischen Wirkungsgrades gewonnen werden kann. Solche „Vorschläge" stehen auf der Höhe der Erfindung des Perpetuum mobile.

Vorstehendes dürfte zur Genüge zeigen, daß Lawaczeks Gesamtideen eine ernsthafte Diskussion in keiner Weise verdienen. Nur wegen ihrer agitatorischen Ausgestaltung als „Arbeitsbeschaffungsprogramm" ist es notwendig, ihre technische Utopie zu beleuchten. Ob die Hochdruck-Elektrolyse wirtschaftlich überhaupt ein Mittel zur besseren Ausnutzung der Elektrizitätswerke darstellen kann, ist eine Frage für sich, die weiteren ernsten Studiums und der praktischen Erprobung bedarf. Herr Dr. Lawaczek sollte die Ergebnisse seiner diesbezüglichen Arbeiten in nachprüfbarer Form bekanntgeben. Unter allen Umständen wird sie aber nur ein kleines Mittel bleiben, welches eine grundlegende Umgestaltung herbeizuführen oder die Basis eines Arbeitsbeschaffungsprogramms zu bilden nicht in der Lage ist."

IV.

Zu diesen Ausführungen nimmt Herr Dr. Siegel wie folgt Stellung:

„Wie bereits in meinem Aufsatz betont, ist die Elektrotechnische Zeitschrift nicht der Ort, um sich über wirtschaftspolitische Grundsätze auseinanderzusetzen. Selbst wenn ich wollte, würde mir die Schriftleitung, u. zw. mit Recht, den Raum verweigern, um mit den erforderlichen ausführlichen Darlegungen meine Anschauungen zu begründen. Auf alle Fälle wäre aber der Beweis, daß eine zinslose Wirtschaft möglich und nützlich ist, von den Befürwortern dieses Systems und nicht von den Gegnern zu führen. Nur auf eines möchte ich hinweisen: allein schon die Tatsache, daß sich der Zins trotz der schärfsten Verbote kirchlicher und weltlicher Behörden nicht hat beseitigen lassen, spricht für seine Notwendigkeit. Daß das Verbot der Zinserhebung entweder zu einer unerhörten Reglementierung der Produktion oder aber zu einer Überproduktion führen muß, ergibt sich daraus, daß auch in der zinslosen Wirtschaft Überschüsse erarbeitet werden, die wieder ertragreich angelegt werden sollen. Dies wäre aber in der zinslosen Wirtschaft nur durch die Errichtung neuer Produktionsstätten möglich. Ich betrachte mich keineswegs in überkommenen Anschauungen befangen und gehe neuen Gedanken nach, auch wenn sie dem Hergebrachten widersprechen. Dies kann mich aber nicht hindern, meiner Verantwortung als Wirtschaftler bewußt, Ideen abzulehnen, die ich nach reiflicher Prüfung für falsch halte, auch wenn sie im jugendlichen Eifer von Leuten ausgesprochen werden, die grundsätzlich alles anders wie bisher machen wollen. Daß ich dabei auf dem rechten Wege bin, zeigen mir die zahlreichen zustimmenden Erklärungen prominenter Fachgenossen.

Die Äußerungen von Herrn Dr. Marguerre begrüße ich, sie bilden eine wertvolle Ergänzung meiner Ausführungen."

Der Kurzschluß-Lichtbogen in Drehstromnetzen und sein Einfluß auf die Arbeitsweise der Distanzrelais.

Von M. Walter, Berlin.

Übersicht. Das Wesen des elektrischen Lichtbogens in Freileitungs-Hochspannungsnetzen wird nach dem Stand der jüngsten Forschungen kurz behandelt. Aus den Erörterungen ergeben sich Schlüsse über den Einfluß des Lichtbogenwiderstandes auf die Arbeitsweise der derzeitigen Distanzrelais. Anschließend werden Überlegungen über den möglichen Verlauf der Weiterentwicklung des Selektivschutzes nach dem Widerstandsprinzip in den nächsten Jahren angestellt.

Allgemeines.

Ein Kurzschluß entsteht durch die Überbrückung zweier oder dreier Phasen eines unter Spannung stehenden Anlageteiles am gleichen Ort entweder in Form einer metallischen Berührung der Leiter oder in Form eines Lichtbogens zwischen den Leitern. Kurzschlüsse tragen daher in der Praxis die Bezeichnungen: satter Kurzschluß, mitunter auch metallischer Kurzschluß genannt, und Lichtbogen-Kurzschluß. Beim satten Kurzschluß wird ein Verschweißen der Leiter nicht unbedingt vorausgesetzt, diese Erscheinung tritt in der Praxis ja auch selten ein. Es wird vielmehr jeder Kurzschluß mit geringer Spannung zwischen den Elektroden (bis etwa 500 V) als satter Kurzschluß bezeichnet. Für den Lichtbogen-Kurzschluß hingegen ist der frei brennende Lichtbogen kennzeichnend.

Versuche und Erfahrungen zeigen, daß praktisch bei jedem Kurzschluß, auch bei einem satten, sofern die Leiter nicht verschweißt sind, eine gewisse Spannung zwischen den Elektroden bestehen bleibt. Diese Spannung in der Übergangstrombahn ist bei kleinen Elektrodenentfernungen (etwa bis 40 mm) im wesentlichen durch den Kathoden- und Anodenfall verursacht und in weiten Grenzen von der Stromstärke unabhängig. Der Einfluß der Stromstärke macht sich erst bei längeren Lichtbögen bemerkbar. Hierauf wird weiter unten näher eingegangen.

Der Kathodenfall ist im allgemeinen größer als der Anodenfall[1]. Er beträgt für kalte Kathoden, z. B. bei einem wandernden Lichtbogen auf Freileitungen oder Sammelschienen, rd. 250 V. Bei heißer Kathode — dies trifft besonders für Kabel zu — wird er infolge der wesentlich größeren Elektronenemission kleiner. Immerhin bleibt auch beim satten Kurzschluß eines Drehstromkabels zwischen den Elektroden infolge des sehr hohen Gasdruckes meistens noch eine Spannung von etwa 300 V, u. zw. unabhängig von der Höhe der Netzbetriebspannung bestehen[2].

Kathoden- und Anodenfall haben für die Relaistechnik insofern Bedeutung, als dadurch die Richtungsglieder der Distanzrelais und überhaupt die Energierichtungsrelais

---

[1] Näheres über die Vorgänge an den Elektroden siehe in J. Biermanns, ETZ 1929, S. 1073; F. Kesselring, ETZ 1929, S. 1005; O. Mayr, Forschung und Technik, Verlag Julius Springer, Berlin 1930.

[2] S. a. J. Biermanns, Überströme in Hochspannungsanlagen, S. 403. Verlag Julius Springer, Berlin 1926.

auch bei sattem Kurzschluß in der Nähe der Sammelschienen noch genügend Spannung zur eindeutigen Unterscheidung der Fehlerenergierichtung erhalten[3]. In Freileitungsnetzen, insbesondere in solchen mit einer Betriebsspannung über 40 kV, spielen Kathoden- und Anodenfall im Verhältnis zur eigentlichen Lichtbogenspannung, die dort wegen der großen Länge des Lichtbogens und der relativ kleinen Stromstärke sehr hoch sein kann, keine Rolle mehr.

Lichtbogenwiderstand.

Im vorstehenden wurde der Kurzschluß hauptsächlich in Hinsicht auf die sich zwischen den Elektroden ergebende Lichtbogenspannung betrachtet. Da jedoch Wirkungsweise, Auslegung und Projektierung des Distanzschutzes grundsätzlich von dem Scheinwiderstand der Kurzschlußschleifen (Leiter—Leiter oder Leiter—Erde) oder dessen Komponenten, dem Blind- und Wirkwiderstand, abhängig sind, das Spannungsgefälle im Lichtbogen aber auf die Größe des Schein- und Wirkwiderstandes der Kurzschlußschleifen mittelbaren Einfluß hat, soll im folgenden der elektrische Lichtbogen in diesem Zusammenhang allgemein als Widerstand behandelt werden. Der Lichtbogenwiderstand sei für unsere Betrachtungen definiert als Quotient aus der effektiven Lichtbogenspannung und dem effektiven Lichtbogenstrom, beide auf die Grundwellen bezogen. Lichtbogenspannung und Lichtbogenstrom werden vorwiegend oszillographisch aufgenommen. Sie lassen sich notfalls auch durch Meßinstrumente ermitteln. Schließlich kann der Lichtbogenwiderstand auch aus den Aufzeichnungen eines Spannungschnellschreibers und dem errechneten Kurzschlußstrom festgestellt werden[4].

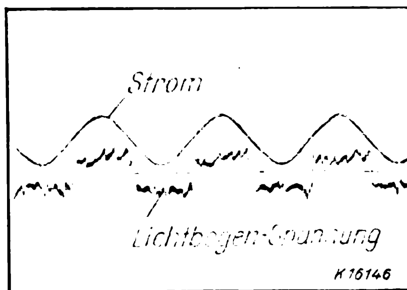


Abb. 1. Strom- und Spannungskurve eines Wechselstrom-Lichtbogens. (Entnommen aus Biermanns, vgl. Fußnote 1.)

Wenn man von der scheinbaren Phasenverschiebung im Lichtbogen absieht[5], die im wesentlichen durch die verzerrten Spannungs- und Stromkurven des Lichtbogens (Abb. 1) bedingt ist, dann ist der Lichtbogenwiderstand als rein ohmscher Widerstand aufzufassen; denn der Lichtbogen weist auch bei den größten Ausbuchtungen (Lichtbogen-Stromschleifen) noch keinen nennenswerten Betrag von Selbstinduktion auf. Die rechteckige Form der Spannungskurve in Abb. 1 ist dadurch bedingt, daß der Lichtbogenwiderstand mit wachsendem Strom abnimmt; infolgedessen bleibt die Spannung nach erfolgter Zündung des Lichtbogens während der Halbperiode nahezu konstant. Die aufgenommene Stromkurve verläuft sinusförmig. Grundlegende Netzversuche der General Electric Co. haben zu dem Ergebnis geführt, daß bei Kurzschlüssen in größerer Entfernung von der Kraftquelle die Spannungskurven, bei Kurzschlüssen in der Nähe der Stromquelle dagegen die Stromkurven stärker verzerrt sind. Diese Erscheinung erklärt sich dadurch, daß der prozentuale Anteil des Lichtbogenwiderstandes (Wirkwiderstand!) an dem Gesamtwiderstand der Kurzschlußbahn im zweiten Falle größer ist. Schließlich ruft auch die Rückzündung des Lichtbogens eine gewisse Welligkeit in beiden Kurven hervor.

Die Größe des Lichtbogenwiderstandes hängt stark von der Kurzschlußstromstärke, der Beschaffenheit der Elektroden, der Lichtbogenlänge und vielfach von der Brenndauer ab. Bei hohen Kurzschlußströmen ist infolge der stärkeren Erhitzung und mithin der stärkeren Ionisierung der Lichtbogenbahn der Übergangswiderstand niedriger als bei kleinen Kurzschlußströmen. Ausführliche Messungen der GEC haben jedoch gezeigt, daß die Widerstandsabnahme etwa bei 800 A aufhört. Das Elektrodenmaterial hat auf die Größe des Lichtbogenwiderstandes insofern Einfluß, als sich bei den gebräuchlichsten Metallen, wie Kupfer, Aluminium und Eisen, die Elektronenemission unter sonst gleichen Voraussetzungen verschieden stark ausbildet. Hierbei dürften wohl Leitfähigkeit und Schmelzpunkt des Leitermaterials eine gewisse Rolle spielen. Die stärkere Elektronenemission hat eine höhere Ionisierung der Lichtbogenbahn und mithin einen geringeren Lichtbogenwiderstand zur Folge. So ist z. B. nachgewiesen, daß der Widerstand zwischen Kupferelektroden höher ist als zwischen Eisenelektroden[6]. Messungen haben ergeben, daß in einem in Luft brennenden Lichtbogen zwischen Kupferelektroden rd. 25 V/cm, zwischen Eisenelektroden nur etwa 15 V/cm zustande kommen[7].

Mit zunehmender Lichtbogenlänge wird der Kanal des Stromflusses immer enger und mithin der Widerstand des Lichtbogens größer. Von anfänglich kleinen Werten — nach P. Ackerman[8] erreicht der Lichtbogen seinen vollen Durchmesser schon in 0,001 s — steigt der Widerstand im zackigen Verlauf nach Maßgabe der Verlängerung des Lichtbogens in 1 ··· 3 s allmählich an, um dann, insbesondere kurz vor dem Abreißen, rasch auf sehr hohe Werte überzugehen. Das Selbsterlöschen dürfte bei den meisten Lichtbögen darauf zurückzuführen sein, daß die von ihnen erzeugte Wärme kleiner wird als die von ihrer Oberfläche ausstrahlende und so das Wärmegleichgewicht gestört wird. Wie Erfahrungen aus der Praxis lehren, erlischt der Lichtbogen dann von selbst, wenn seine Spannung 40 ··· 60 % der Betriebsspannung der Netzanlage erreicht. Richtung und Form des Lichtbogens werden in erheblichem Maße durch die elektrodynamische Kraftwirkung, den Wärmeauftrieb und besonders stark durch den Wind beeinflußt, u. zw. im Sinne einer Vergrößerung der Lichtbogenschleife.

Einfluß des Lichtbogenwiderstandes auf die Laufzeit der Distanzrelais.

In Freileitungsnetzen mit einer Betriebspannung bis 40 kV ist der Lichtbogenwiderstand für die Messung des Scheinwiderstandes der Kurzschlußschleife durch Impedanzrelais vernachlässigbar klein, da in diesen Netzen die Kurzschlußströme relativ groß und die Leiterabstände verhältnismäßig gering sind. Kurzschlußversuche und praktische Erfahrungen in einer großen Anzahl solcher Netze haben diese Annahme bestätigt. Der Verfasser konnte sich hiervon schon in den Jahren 1925 bis 1927 an etwa 70 Kurzschlüssen überzeugen, die zwei- und dreipolig metallisch und über Lichtbogen in verschiedenen Netzen im Zusammenhang mit der Übergabe von Distanzschutzeinrichtungen durchgeführt wurden. In Abb. 2 ist als Beispiel ein Lichtbogen-Kurzschluß im 5 kV-Kabelnetz der Rheinischen Stahlwerke in Essen gezeigt. Die Kurzschlußstromstärke betrug etwa 2500 A, der Elektrodenabstand ungefähr 4 cm, die Lichtbogenspannung etwa 300 V. Abb. 3 zeigt einen Kurzschluß in einem 30 kV-Netz der AG. Sächsische Werke.



Abb. 2. Lichtbogen-Kurzschluß in einem 5 kV-Kabelnetz.

Anders liegen die Verhältnisse in Höchstspannungs-Freileitungsnetzen, bei denen die Kurzschlußströme im allgemeinen wesentlich kleiner ausfallen, die Leiterabstände

[3] M. Walter, ETZ 1932, S. 476.
[4] M. Walter, ETZ 1931, S. 1056.
[5] S. a. van C. Warrington, Electr. Wld., N. Y., Bd. 97, S. 502 (1931).
[6] Vgl. a. K. Draeger, Mitt. Porz.-Fabrik Ph. Rosenthal, Verlag Julius Springer, Berlin 1930. S. a. A. Schmolz, ETZ 1929, S. 459.
[7] Siehe die Ausführungen von K. Draeger, H. Müller und R. Rüdenberg in den VDE-Fachberichten 1929, S. 51.
[8] P. Ackerman, J. Engng. Inst. Canada 1928, H. 5.

dagegen verhältnismäßig groß sind. Hier können die Lichtbogenwiderstände, wie schon oben erwähnt, sehr hohe Werte annehmen, insbesondere kurz vor dem Abreißen des Lichtbogens. So wurden in einem 150 kV-Netz schon nach 0,2 s bei 135 A Lichtbogenwiderstände von etwa 400 Ω gemessen. Einen weiteren Anhalt über Lichtbogenwiderstände bei Kurzschluß in Netzen mit Betriebspannungen über 30 kV gibt die Zahlentafel IV in meinem Buch, Selektivschutzeinrichtungen für Hochspannungsanlagen,

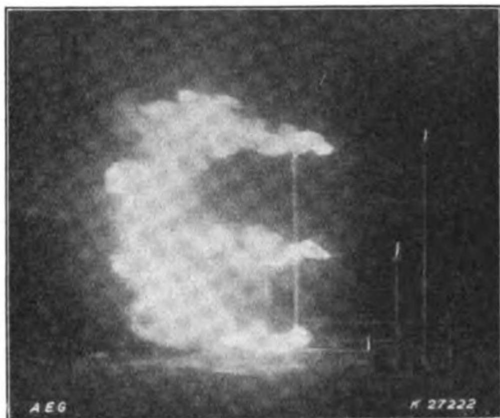


Abb. 3. Lichtbogen-Kurzschluß in einem 30 kV-Freileitungsnetz.

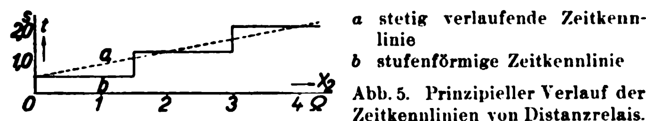
Verlag R. Oldenbourg, München. Bei den meisten Lichtbogen-Kurzschlüssen wurde festgestellt, daß entsprechend dem flatternden Aufsteigen und dem wiederholten Zusammenfallen des Lichtbogens die Lichtbogenspannung bzw. der Lichtbogenwiderstand zu- und abnimmt. Bemerkenswert ist, daß viele Lichtbogen nicht von selbst abreißen, sondern daß sie nach Erreichen einer gewissen Ausdehnung stehen bleiben. In Abb. 4 ist ein derartiger



Abb. 4. Lichtbogen-Kurzschluß in einem 45 kV-Freileitungsnetz.

Lichtbogen-Kurzschluß, durchgeführt im 45 kV-Freileitungsnetz des Elektrizitätswerkes Basel, wiedergegeben. Der zweipolig eingeleitete Lichtbogen-Kurzschluß hat sich nach Beginn zum dreipoligen ausgebildet. Die wichtigsten Daten waren: Dauer etwa 3 s, Lichtbogenspannung bis 8 kV ansteigend, Stromstärke von 200 bis auf 150 A sinkend, Lichtbogenwiderstand von etwa 2 ··· 50 Ω zunehmend.

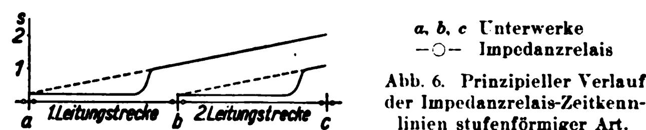
Der Einfluß des Lichtbogenwiderstandes auf die Arbeitszeit der Impedanzrelais macht sich, soweit die Erfahrung lehrt, erst in Netzen mit einer Betriebspannung von etwa 40 kV aufwärts bemerkbar, aber gewöhnlich nur dann, wenn geringe Belastungen vorliegen, z. B. an Sonntagen und nachts. Der Lichtbogenwiderstand kann in solchen Fällen je nach der Lage des Fehlers und der Größe des Kurzschlußstromes den Scheinwiderstand der Kurzschlußschleife erheblich vergrößern und damit die Arbeitszeit der Impedanzrelais, falls deren Zeitkennlinien einen steilen Anstieg haben, nicht unwesentlich verlängern. Um diesem Übelstand zu begegnen, wurden im Jahre 1928 von einigen Firmen widerstandsabhängige Relais auf den Markt gebracht, bei denen praktisch nur der induktive Widerstand der Kurzschlußschleife zur Wirkung kommt (Reaktanzrelais!) und daher der Einfluß des Lichtbogenwiderstandes, der vorwiegend ohmschen Charakter besitzt, eliminiert wird (BBC und SSW). Die BBC-Reaktanzrelais haben einen steten, die SSW-Reaktanzrelais einen stufenförmigen Zeitkennlinien-Verlauf (Abb. 5).



a stetig verlaufende Zeitkennlinie
b stufenförmige Zeitkennlinie

Abb. 5. Prinzipieller Verlauf der Zeitkennlinien von Distanzrelais.

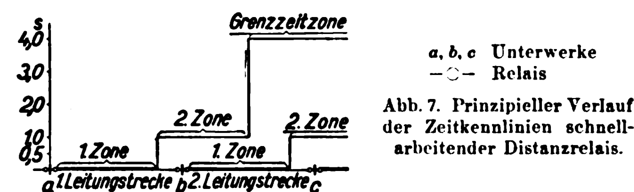
In der Zwischenzeit sind auch Relais mit begrenzter Reaktanzabhängigkeit, z. B. die begrenzt abhängigen Reaktanzrelais der AEG entwickelt worden, also Distanzrelais, die nur in einem bestimmten einstellbaren Bereich innerhalb des Arbeitsgebietes vom Lichtbogenwiderstand unabhängig sind. Sie können sowohl in Mittelspannungsnetzen als auch in Netzen bis zur höchsten Betriebspannung verwendet werden. In England benutzt man für Höchstspannungsnetze an Stelle der Reaktanzrelais gewöhnliche Impedanzrelais mit stetem Zeitkennlinien-Verlauf in Verbindung mit Balance-Schnell-Impedanzrelais (Vickers[9]). Die Zeitkennlinien der Balancerelais werden den Zeitkennlinien der Impedanzrelais überlagert, so daß im Endeffekt eine annähernd stufenförmige Zeitkennlinie zustandekommt (Abb. 6). Die SSW erzielen in einem



a, b, c Unterwerke
—○— Impedanzrelais

Abb. 6. Prinzipieller Verlauf der Impedanzrelais-Zeitkennlinien stufenförmiger Art.

anderen Fall zwecks Herabsetzung der Relaislaufzeiten ähnliche Relais-Zeitkennlinien, indem sie das normale Impedanzrelais mit einem Eilkontakt versehen, das die Kurzschlüsse auf etwa ⅔ der Leitungstrecke mit der Grundzeit (0,3 ··· 0,5 s, diejenigen im restlichen Drittel dagegen nach einer stetig verlaufenden Zeitkennlinie abschaltet. Die kanadische Praxis bedient sich der sog. Ackermanschen Balance-Schnell-Impedanzrelais mit stufenförmigen Charakteristiken (Cansfield Electrical Works., Toronto). Ähnliche Verfahren benutzen auch die Westinghouse Co. bei ihren Schnellimpedanzrelais für lange Leitungen und bei ihren begrenzt abhängigen Schnellreaktanzrelais[10] für kurze Leitungen, ferner die GEC bei ihrem neuesten Schnellreaktanzrelais[11] sowie die Compagnie des Compteurs bei ihren Schnellreaktanzrelais[12]. Die schnellarbeitenden Distanzrelais benötigen für eine selektive Abschaltung natürlich auch Richtungsglieder.



a, b, c Unterwerke
—○— Relais

Abb. 7. Prinzipieller Verlauf der Zeitkennlinien schnellarbeitender Distanzrelais.

Die Distanzrelais mit ausgesprochen stufenförmiger Charakteristik (Abb. 7) besitzen je Phase meistens zwei getrennte Meßsysteme[13], von denen das eine bei Fehlern in der ersten Zone (60 ··· 90 % der Leitungstrecke) mit einer sehr kleinen Arbeitszeit auslöst, das andere dagegen bei Fehlern in der zweiten Zone (Rest der ersten Leitungstrecke und etwa 30 ··· 50 % der zweiten Leitungsstrecke) erst nach einer angemessenen Zeit mit Rück-

[9] T. Ross u. H. Bell, J. Instn. electr. Engr. Bd. 106, S. 134 (1930).
[10] P. Robinson u. J. Monseth, Electr. J. Bd. 29, S. 83 (1932). S. Goldsborough u. W. Lewis, Electr. Engng. Bd. 51, S. 157 (1932).
[11] Van C. Warrington, Electr. Engng. Bd. 51, S. 410 (1932).
[12] R. Dubusc u. P. Douce, Rev. gén. Électr. Bd. 31, S. 251 u. 282 (1931).
[13] Vgl. P. Ackerman, J. Engng. Inst. Canada 1922, H. 12. Ackerman hat den Distanzschutz mit stufenförmiger Zeitcharakteristik schon 1920 und 1921 angegeben und ausgeführt. Das Waagebalken-Meßsystem dazu ist von K. Kuhlmann getrennt bereits 1908 erfunden worden (DRP. 214 164 der AEG). Näheres siehe in M. Walter, Die Entwicklung des Distanzschutzes, Z. VDI Bd. 75, S. 1555 (1931).

sicht auf die durch die Schaltereigenzeit bedingte Staffelzeit. Dem zweiten Meßsystem wird dabei ein Zeitelement zugeordnet, das die Auslösung des Schalters bei Fehlern in der zweiten Zone mit der gewünschten Zeitverzögerung vollzieht. Dieses Zeitelement löst außerdem im Notfall als Reservesystem mit einer einstellbaren Grenzzeit von 1,5 ··· 6 s aus. Wenn das Distanzrelais je Phase noch ein drittes Meßsystem besitzt, so arbeitet das Zeitelement dieses Systems mit der angegebenen Grenzzeit (Westinghouse Co.).

Die Benutzung von Impedanzrelais in Höchstspannungsnetzen, d. h. in Netzen mit einer Betriebspannung über 50 kV, setzt im allgemeinen sehr kurze Ablaufzeiten voraus (0,02 ··· 0,2 s), also Zeiten, bei denen der Lichtbogen sich noch nicht oder nur wenig ausgedehnt hat. Mit Rücksicht auf die Eigenzeit der Hochspannungsschalter, die Werte von 0,2 ··· 0,7 s annehmen kann[14], muß allerdings oft gefordert werden, daß die Relais bei Kurzschlüssen in der zweiten Zone erst nach 0,8 ··· 1 s auslösen. Für diesen Fall empfiehlt sich, bei den Relais besondere Einrichtungen vorzusehen, die entweder die Messung der Schleifenimpedanz schon in etwa 0,1 s veranlassen und den einmal gemessenen Wert bis zum Auslösen der Hochspannungschalter festhalten, oder die in der zweiten Stufe nur den Blindwiderstand der Kurzschlußschleife erfassen.

Die kurzen Auslösezeiten der schnellarbeitenden Distanzrelais verhüten bzw. erschweren das Außertrittfallen der Maschinen[15]. Sie bedingen anderseits aber, daß die Schalter in den Stichleitungen und mitunter in den über Transformatoren anschließenden Netzen ebenfalls mit so kleinen Relaiszeiten ausgelöst werden. Andernfalls muß dafür gesorgt werden, daß bei Kurzschluß in den nachgeordneten Netzen die schnellarbeitenden Distanzrelais des vorgeordneten Netzes entweder überhaupt nicht anlaufen (unempfindliches Ansprechen!) oder in der dritten Zone auf sehr hohe Grenzzeiten eingestellt werden (3 ··· 6 s).

Die von den Oberwellen im Lichtbogen herrührende scheinbare Reaktanz wird von den meisten bekannten Reaktanzrelais nicht erfaßt. Die Reaktanzrelais können aber, wie Versuche in Amerika gezeigt haben, durch den ohmschen Lichtbogenwiderstand beeinflußt werden, wenn die Fehlerströme an beiden Enden der betroffenen Leitung nicht phasengleich sind. — Außer dem Lichtbogenwiderstand gibt es noch andere beachtenswerte Fehlerwiderstände, wie die beim Erdkurzschluß, d. h. Kurzschluß über Erde, oder beim Doppelerdschluß[16] auftretenden Übergangswiderstände.

[14] Neuzeitliche Schalter haben kleinere Eigenzeiten.
[15] S. a. M. Walter, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 261 (1932).

Schlußbemerkung und Ausblick.

Die Entwicklung des Distanzschutzes zeigt kurz zusammengefaßt folgende Ergebnisse: Für Netze bis zu 50 kV genügt der einfache und daher billige Impedanzschutz mit stetem oder stufenförmigem Zeitkennlinien-Verlauf, für Netze mit höherer Spannung sind reaktanzabhängige Relais allgemein oder Schnellimpedanzrelais am Platze. Die Erfahrung muß lehren, welche der beiden letzten Relaisarten in Höchstspannungsnetzen vorzuziehen ist. Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet dürfte der Schnellimpedanzschutz dem reinen Reaktanzschutz überlegen sein, denn er ist einfacher und stellt an die Wandler, insbesondere bezüglich des Fehlwinkels der Stromwandler, wesentlich geringere Anforderungen. Es scheint, daß der Schnellimpedanzschutz in Höchstspannungsnetzen künftig auf dem Markt vorherrschen wird.

Das Studium des Wechselstrom-Lichtbogens in Netzen mit hohen Betriebsspannungen und großen Leistungen gilt heute als noch nicht abgeschlossen. Es wurde etwa gleichzeitig mit der Einführung der widerstandsabhängigen Relais begonnen (1923 und 1924) und wird heute von den großen Fabrikationsfirmen sowie einigen Elektrizitätswerken weiter intensiv betrieben. Fertige Theorien über den Wechselstrom-Lichtbogen gibt es noch nicht. Die vorhandenen Anschauungen lassen bei den oft widerspruchsvollen und infolge der Kostspieligkeit der Kurzschlußversuche verhältnismäßig spärlichen Versuchsergebnissen noch keine endgültigen Schlußfolgerungen zu. So gehen z. B. die Ansichten über einige Fragen, wie Größe des Lichtbogenwiderstandes in Mittelspannungs-Freileitungsnetzen (5 ··· 40 kV), Reaktanzanteil im Lichtbogenwiderstand, Widerstand des Lichtbogens mit Erdverbindung, Bedingungen für das Selbstabreißen des Lichtbogens, Einfluß der Maschinenerregung usw., bei einzelnen Forschern vielfach noch weit auseinander.

[16] Näheres s. in M. Walter, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 430 (1931).

Strom- und Spannungsverhältnisse gittergesteuerter Gleichrichter.

Von W. Dällenbach, Berlin.

Übersicht. Es wird angegeben, wie aus der äußeren Strom-Spannungs-Charakteristik einer ungesteuerten Gleichrichteranlage in einfacher geometrischer Weise sämtliche äußeren Strom-Spannungs-Charakteristiken sowohl für Gleichrichter- als auch für Wechselrichterbetrieb ermittelt werden können. Die Begriffe der Zündverzögerung, der Löschbedingung und der Trittgrenze werden eingeführt.

Die Strom- und Spannungsverhältnisse der Großgleichrichter[1] bedürfen für den Fall gittergesteuerter Gleichrichter einer Verallgemeinerung. In folgendem sollen Ergebnisse von einschlägigen Rechnungen mitgeteilt werden, über die ich im Sommersemester 1931 an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich vorgetragen habe.

Betrachtet wird eine symmetrische p-Phasen-Gleichrichterschaltung entsprechend Abb. 1, deren Spannungsabfälle wechselstromseitig sich reduzieren lassen auf Spannungsabfälle über Streureaktanzen S in den Sekundärphasen des Transformators. Vernachlässigt man den Lichtbogenabfall, unterdrückt die Welligkeit des Gleichstroms durch eine praktisch unendlich große Kathodendrosselspule, und bezeichnen G die Gleichspannung, E den Effektivwert der sinusförmig angenommenen sekundären Phasenspannung, J den Gleichstrom und J_k den Kurzschlußstrom im Gleichstromkreis, so stellt $G/E\sqrt{2}$ in Funktion von J/J_k die äußere Charakteristik der Gleichrichteranlage dar. Nach SSG S. 221 ist die äußere Charakteristik ein von $J/J_k = 0$ bis $J/J_k = 1$ monoton abfallender Polygonzug, bestimmt durch $p - 1$ gerade Linien, die mit $n = 2$, $n = 3, \ldots, n = p$ bezeichnet wurden. n bedeutet die Zahl gleichzeitig fließender Anodenströme.

[1] Vgl. Dällenbach u. Gerecke, Arch. Elektrotechn. Bd. 14, S. 171 (1924), in der Folge mit SSG zitiert. Referat: ETZ 1925, S. 161. — Die im vorliegenden Aufsatz benutzten Formelzeichen entsprechen denen der Archiv-Arbeit.

In Abb. 2 ist in Übereinstimmung mit SSG S. 218, Bild 25, die äußere Charakteristik für den Fall $p = 6$ durch den Polygonzug $ABCDEF$ maßstäblich dargestellt.

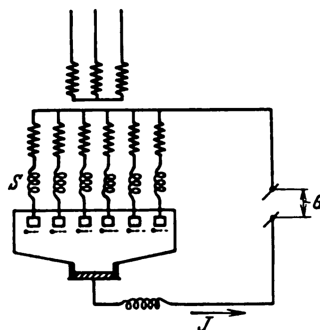


Abb. 1. p-Phasen-Gleichrichterschaltung.

Sieht man von Feinheiten (Vorläufer) ab, so gilt nach SSG S. 221 u. f.: längs AB überlappen 2 Anodenströme und zünden je um $\alpha_2 = 60°$ später als der Beginn der positiven Halbwelle der zugehörigen Phasenspannung; längs BC überlappen 3 Anodenströme und zünden je um $\alpha_3 = 40° 54'$ später als der Beginn der positiven Halbwelle der zugehörigen Phasenspannung usw., bis längs EF alle 6 Anodenströme überlappen und je mit $\alpha_6 = 0$, also mit Beginn der positiven Halbwelle der zugehörigen Phasenspannung zünden. Für die Zündwinkel $\alpha_2 = 60°$, $\alpha_3 = 40° 54'$, $\alpha_4 = 23° 25'$, $\alpha_5 = 8° 57'$, $\alpha_6 = 0°$ gilt

$$\alpha_2 > \alpha_3 > \alpha_4 > \alpha_5 > \alpha_6 ,$$

allgemein für beliebiges p und $n \leq p$

$$\alpha_n > \alpha_{n+1}.$$

Es soll nun die folgende Frage beantwortet werden: Wie verläuft die äußere Charakteristik, wenn durch Steuern der Gitter der Einsatz des Anodenstromes im ganzen Bereich der noch möglichen Belastungen J/J_k im Zeitmoment $\alpha_2 + v$ unverändert festgehalten wird? v heißt der Verzögerungswinkel. Offenbar ist wegen $\alpha_n > \alpha_{n+1}$ ein derartiges Steuern der Gitter stets möglich.

Zur Beantwortung dieser Frage sind in Abb. 2 die 4 zu den Koordinatenachsen koaxialen Ellipsen E_{23}, E_{34}, E_{45}, E_{56} eingezeichnet, die je 2 aufeinander folgende Gerade $n = 2$ und $n = 3$, bzw. $n = 3$ und $n = 4$, bzw. $n = 4$ und $n = 5$, bzw. $n = 5$ und $n = 6$ berühren. Diese Ellipsen haben bereits eine Rolle gespielt in SSG S. 237, 238 und 240. Sie berühren gleichfalls die Geraden, die aus $n = 2$, $n = 3$ usw. durch Spiegelung an der Stromachse J/J_k hervorgehen. Diese gespiegelten Geraden bilden einen Polygonzug $\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D}\,\overline{E}\,\overline{F}$, der bezüglich Stromachse zur äußeren Charakteristik $A\,B\,C\,D\,E\,F$ spiegelbildlich liegt.

Wählt man beispielsweise $v = 30°$, läßt also im Falle $p = 6$ die Anodenströme um $\alpha_2 + v = 90°$ nach Beginn der positiven Halbwelle der zugehörigen Phasenspannung einsetzen, so liegt der Leerlaufpunkt A_1 um $\cos v = 0{,}866$ tiefer als A. Von A_1 läuft die Charakteristik für $v = 30°$ zunächst parallel mit $n = 2$ bis zum Schnitt B_1 mit E_{23}, von da an parallel zu $n = 3$ bis zum Schnitt C_1 mit E_{34}, dann parallel zu $n = 4$ bis zum Schnitt D_1 mit E_{45} und von da parallel mit $n = 4$, um endlich im Punkt T_1 an der Grenze $\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D}\,\overline{E}\,\overline{F}$ zu enden. Belastungen oberhalb J/J_k von T_1 sind nicht mehr möglich, der Gleichrichter fällt außer Tritt. Der Polygonzug $\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D}\,\overline{E}\,\overline{F}$ heißt daher die Trittgrenze der Gleichrichteranlage. Es ergibt sich der bemerkenswert einfache Satz: Die Trittgrenze der gittergesteuerten Gleichrichteranlage ist gleich der an der Stromachse gespiegelten äußeren Charakteristik der ungesteuerten Anlage. Die Trittgrenze berechnet sich aus der sog. Löschbedingung, welche der Zündbedingung, die zur Berechnung der Zündwinkel dient, dual entspricht und aussagt, daß eine Anode, die durch Freigeben des Gitters zünden soll, ein Potential haben muß, das höher liegt als das Potential der brennenden Anoden. Im letzten Teil $C_1 D_1 T_1$ der Charakteristik A_1 bis T_1 ist G negativ. Der Gleichrichter arbeitet als Wechselrichter.

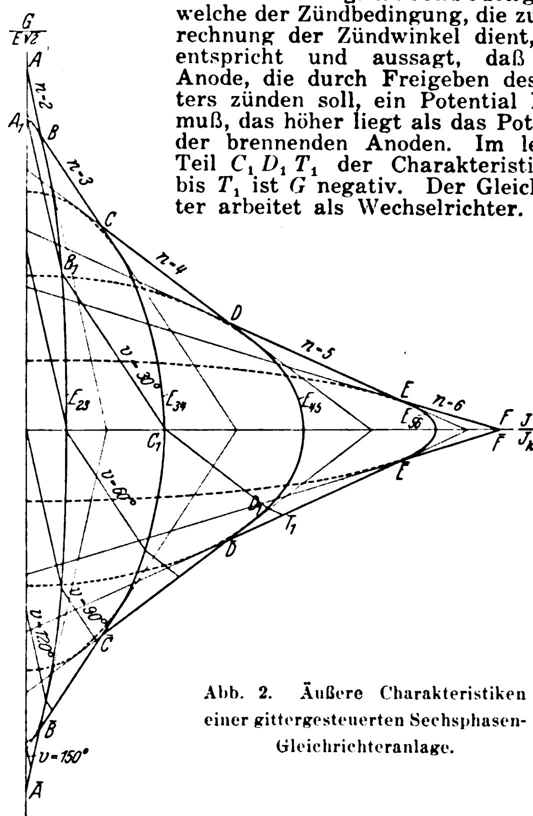


Abb. 2. Äußere Charakteristiken einer gittergesteuerten Sechsphasen-Gleichrichteranlage.

In analoger Weise konstruieren sich die in Abb. 2 eingetragenen Charakteristiken für $v = 60°$, $90°$, $120°$ und $150°$. Mit wachsendem v wird die Länge der Charakteristik und damit das Intervall möglicher Belastungen kleiner und reduziert sich für $v = 180°$ auf Null entsprechend dem Punkt $\overline{A}$. Von $v = 90°$ an sind nur noch Zustandspunkte mit negativer Gleichspannung, also mit Wechselrichterbetrieb möglich. Vorläufer können durch Gittersteuerung unterdrückt werden und sind im allgemeinen nicht möglich, da in fast allen Zustandspunkten die Zündung mit Stoß erfolgt (SSG S. 237). An den auf den Ellipsen gelegenen Knickpunkten der Charakteristiken nimmt mit wachsendem J/J_k die Zahl der gleichzeitig fließenden Anodenströme je um 1 zu.

Diese am Fall $p = 6$ geschilderten Verhältnisse gelten bei den gleichen vereinfachenden Annahmen allgemein für beliebiges p und beliebiges $n \leq p$. Zur Berechnung der äußeren Charakteristik ist die Kenntnis der Liniendiagramme der Ströme erforderlich, so daß sich analytische Ausdrücke für deren Effektivwerte wie für alle weiteren für die Strom-Spannungs-Verhältnisse charakteristischen Größen angeben lassen.

Experimentell kann mit der Belastung nicht bis an die theoretische Trittgrenze herangegangen werden, da die Leitfähigkeit im Lichtbogen mit dem Nullwerden des Stromes nicht augenblicklich verschwindet.

Regelung von Dampfturbinen.

Durch umfangreiche Versuche an den Großturbinen der Werke Böhlen und Hirschfelde[1] wurde das Verhalten der Maschinen bei plötzlichen Entlastungen untersucht und dabei festgestellt, welchen Anforderungen die Regelorgane der Dampfturbinen nach ihrem Umbau genügen müssen, damit auch bei größeren Laständerungen und vollständigen Entlastungen betriebsgefährliche Pendelungen der Maschinen gegeneinander sowie ein Ansteigen der Umdrehungszahlen bis zum Auslösen des Schnellschlusses im Parallelbetrieb der einzelnen Maschinen und der Werke vermieden werden.

Die Drehzahl-Kennlinie läßt die Leistungsänderungen einer Turbine bei einer Steuerungsänderung erkennen, und es wird für den Verlauf der Linie gefordert:

1. In der Nähe der Belastung Null:
   Steilheit der Kurve, d. h. Unempfindlichkeit der Turbine,
2. von dort bis in die Nähe der Vollast:
   geradliniger Verlauf, d. h. Stetigkeit zwischen Last- und Frequenzänderung,
3. in der Nähe der Vollast und im Bereiche der Überlast:
   Steilheit, d. h. Unempfindlichkeit der Maschine.

Die Neigung der Linie im Bereich unter 2. ist bei Spitzenlastmaschinen flacher (Unterschied der Drehzahl zwischen Normallast und Leerlauf $\delta_{\min} = 2{,}3\,\%$), bei Grundlastmaschinen steiler ($\delta_{\max} = 5{,}3\,\%$).

Die Drehzahl-Kennlinie kann mit den im Betrieb vorhandenen Einrichtungen (Drehzahlmesser, Leistungsmesser) durch Aufnahme der Drehzahl der unbelasteten Maschine und der Leistung der belasteten Maschine in Abhängigkeit vom Ventilhub sowie Verbindung dieser Kurven auf zeichnerischem Wege leicht ermittelt werden.

Für den Umbau der Regeleinrichtungen waren die Forderungen maßgebend:

1. Die vorübergehende Drehzahlzunahme bei vollständiger Entlastung, die bisher 8 % und noch mehr betrug, darf 5 % nicht übersteigen. Das bedeutet eine Abkürzung der Schließzeit der Ventile, die durch schnellere Ölzufuhr zum Kraftmotor der Steuerung, Beseitigung von Strömungswiderständen in den Ölleitungen und Einfügung eines Öldruckspeichers, je nach Bauart der verschiedenen Maschinen, erreicht wurde. Die Aufnahme des Öldruckverlaufs erfolgte in Schaubildern.
2. Die Empfindlichkeit der Turbinen muß innerhalb des Bereiches, der zwischen der Drehzahl-Kennlinie für Spitzenlastmaschinen ($\delta_{\min}$) und Grundlastmaschinen ($\delta_{\max}$) liegt, während des Betriebes verändert werden können.

Dem wurde dadurch entsprochen, daß der Drehpunkt des vom Regler bewegten Gestänges statt der festen Lagerung eine Verschiebbarkeit erhielt, die Hebelverhältnisse somit im Betriebe je nach Bedarf verändert werden können. Bei einer Maschine, die Ölsteuerung ohne Gestänge besitzt, werden zur Erreichung des gleichen Zieles verschiedene Schieberbüchsen mit anders geformten Steuerschlitzen verwendet. (Zeuner, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 271.) *Sb.*

[1] Vgl. Frensdorff, ETZ 1931, S. 791; Kühn, S. 1185, 1215, 1270; Kühn u. Mayer, S. 1349, 1382; Peters, S. 1509, 1549, 1565.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Eine neue Konstruktion für Polwicklungen. — Die Firma Smit, Slikkerveer in Holland, verwendet neuerdings für ihre Maschinen mit ausgeprägten Polen, eine Konstruktion, bei der nicht nur Polschuhe, Polkerne und Rad aus einem Stück gegossen oder geschmiedet sind, sondern auch die Wicklung vor dem Aufbringen in jede beliebige runde oder rechteckige Form aus Flachkupfer vorher hochkantig

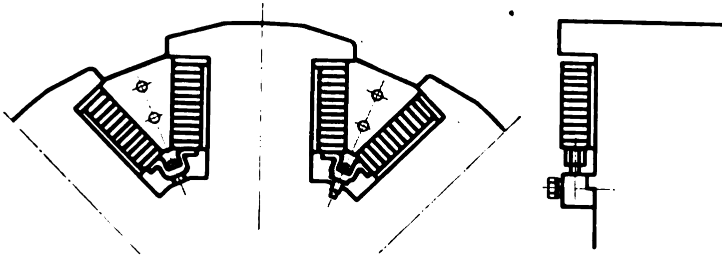


Abb. 1. Schnitt durch einen Teil des Polrades mit Wicklung.

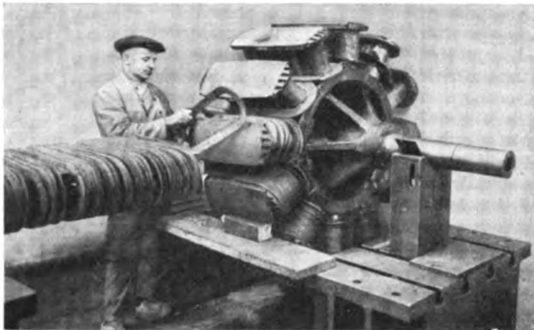


Abb. 2 Aufbringen der Wicklung.

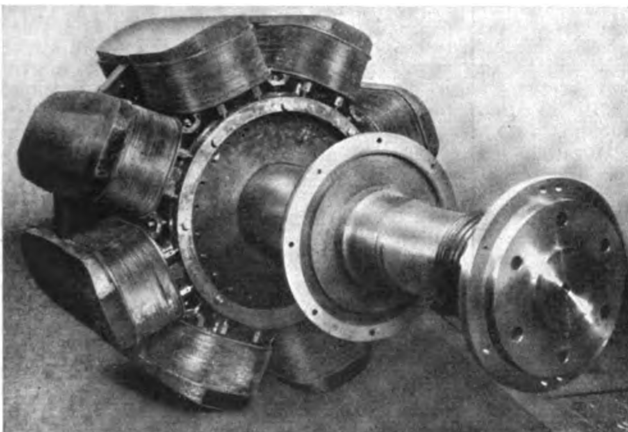


Abb. 3. Fertig gewickeltes Polrad.

gebogen sein kann (Abb. 1). Augenscheinlich ist es unmöglich, die Wicklung zu montieren. Abb. 2 und 3 zeigen aber, wie die Wicklung doch angebracht werden kann, und wie sie schließlich am fertigen Rad aussieht. Das Flachband wird dabei in einer besonderen Weise um die flache Seite gedreht und gebogen, so daß sich die Wicklung leicht um den Polkern legen läßt. Nachher wird die Isolation zwischengeschoben und das Ganze unter Druck zusammengebacken.

Die Wicklung läßt sich auch verhältnismäßig leicht an Ort und Stelle anbringen. Auf die Konstruktion sind Patente angemeldet; DRP. 550 943. C. Pot.

Beleuchtung.

Photoelektrograph für Blinde. — Von Zeit zu Zeit erscheinen in der Tagespresse, Zeitschriften und auch in den Zeitungen für Blinde verheißungsvolle Artikel, in denen berichtet wird, daß es gelungen sei, einen Apparat zu konstruieren, der es ermöglicht, daß Blinde in Zukunft damit alles Gedruckte lesen können. Alle diese Mitteilungen erregen natürlich das größte Interesse der Ophthalmologen und der Blinden selbst. In Wien ist unter Dr. Fritz Guggi ein Komitee gegründet worden zur Förderung der Sehprothesen-Forschung, das alle auftauchenden Vorschläge sachlich prüft.

Vor einiger Zeit machte, wie „Die Koralle" mitteilte, das „Ophtaphon" viel von sich reden. Die Schrift wurde von dem Apparat an einer Selenzelle vorübergeführt, die Beleuchtungschwankungen in elektrische Stromstöße umwandelte, und diese wurden in einem Kopfhörer wahrgenommen, die Schrift also abgehört. Mit diesem Apparat erreichten einzelne Blinde bemerkenswerte Fertigkeit; trotzdem hat er für die Praxis keine nennenswerte Bedeutung zu gewinnen vermocht.

Jetzt treten zwei französische Erfinder, das Ehepaar Thomas in Ménilmontant bei Paris, mit einem ganz neuartigen Apparat, dem Photoelektrographen, an die Öffentlichkeit, der gewöhnlichen Druck selbsttätig in Braillesche Blindenschrift umsetzt und damit Blinden unmittelbares Abtasten jedes Drucktextes ermöglichen soll. Mit Hilfe des Ingenieurs Coulaux erreichte er sein Ziel: Der jetzt gebrauchsfertig vorliegende Photoelektrograph „liest" mittels eines Lichtprojektors in Verbindung mit lichtempfindlichen Selenzellen gewöhnliche Drucktexte und verwandelt sie selbsttätig — durch ein sinnreiches System von elektromechanischen Relais — in Brailleschrift, die, während der Projektor Zeile für Zeile der Druckseite absucht, unter den Fingern des Blinden vorbeigleitet. Der Apparat besteht aus einer Art Kamera mit einem würfelförmigen Ansatz, der das Leseobjektiv und — in seinem Inneren — mehrere Spiegel trägt, die im Winkel zueinander stehen. Der gleichfalls schräg stehende Lichtprojektor bildet mit dem Leseobjektiv einen genau berechneten Winkel; durch kugelförmig abgerundete Stützen wird — trotz aller Niveauunterschiede der Druckblätter — für unveränderte Scharfeinstellung des Textes in bezug auf das Objektiv und die Selenzellen gesorgt.

Legt man nun den Text auf die bewegliche Unterlage, den Wagen, des Photoelektrographen, so wird er von dem Projektor beleuchtet und läuft — Buchstabe für Buchstabe — unter dem Leseobjektiv vorbei. Die reflektierenden Lichtstrahlen fallen durch das Objektiv auf die im Inneren des Würfels sitzenden Spiegel und werden von einem zum anderen und schließlich auf die lichtempfindlichen Selenzellen geworfen. Der ganze Apparat steht auf einer Art Schreibtisch.

Die Selenzellen sind durch Drahtleitungen mit je einem empfindlichen Relais verbunden; diese Relais sitzen im Inneren des Tisches. Die Empfangsvorrichtung steht in dem schrankartigen rechten Flügel des Schreibtisches; sie hat für jedes Relais einen Elektromagneten, der auf einen Stift einwirkt. Die einzelnen Stifte passen mit ihrer Spitze in eine gitterartige Aussparung, die von dem Blinden abgetastet wird und die nur gerade so groß ist wie die tastende Fingerspitze. Während also das Objektiv die Druckseite Zeile für Zeile und Buchstabe für Buchstabe absucht, springen Stifte heraus und bilden in erhöhter Schrift die jeweils abgesuchten Buchstaben. Der Blinde liest mit seinem in der Aussparung ruhenden Finger die in schneller Folge hervorspringenden Buchstaben.

Der „Photoelektrograph" für derartige Druckschrift hat nur gerade so viel Stifte bzw. Relais und Elektromagnete, wie die Brailleschrift Punkte braucht. Er macht den Buchdruck unmittelbar abtastbar, da jedesmal, wenn ein Punkt unter dem Objektiv erscheint, ein Stift mit seiner Spitze heraustritt.

Komplizierter — und dementsprechend auch leistungsfähiger — ist die zweite Type, die nicht weniger als 42 Stifte und ebensoviele Seelenzellen und Relais hat. Dieser Apparat macht so viele dicht aneinanderliegende Punkte durch Herausspringen der Spitzen abtastbar, daß

ganze Linienzüge, wirkliche normale Buchstaben, plastisch wiedergegeben werden können. Mit ihm kann man demnach fast jede Druckschrift für Blinde lesbar machen, d. h. in plastischer, abtastbarer Form wiedergeben. Aber auch dieser Apparat ist nicht über das Versuchsstadium herausgekommen und dürfte auch für die Blinden, die meist in den bedürftigsten Verhältnissen leben, viel zu teuer sein.

So erleben die Blinden immer wieder große Enttäuschungen, und es wäre besser, wenn besonders in Blindenzeitungen, solche Erfindungen erst dann veröffentlicht werden, wenn sie wirklich praktischen Wert haben. Dr. med. h. c. Perls.

Beleuchtungstechnische Bestimmungen in der neuen Verordnung über den Kraftfahrzeugverkehr[1]. — Die neue Verordnung über den Kraftfahrzeugverkehr vom 10. V. 1932[2] befaßt sich mit der Kennzeichenbeleuchtung, dem Schlußlicht, dem Stopplicht, dem Fahrtrichtungsanzeiger, den Rückfahrt-Scheinwerfern, den Nebellichtern und den Kurvenlichtern. Der Zwang der Führung und Beleuchtung des hinteren Kennzeichens wird nunmehr auch auf die Krafträder ausgedehnt, um gleiche Verkehrsbedingungen zu schaffen. Ebenfalls wird fortan die Führung eines Schlußlichtes für alle Kraftfahrzeuge verlangt. Im Anschluß an das Internationale Abkommen über den Kraftfahrzeugverkehr wird statt der bisher üblichen gelbroten Farbe die rote Färbung der Schlußlichter bestimmt. Um Verwechslungen mit Eisenbahnsignalen zu vermeiden, ist die Verwendung von Optiken oder Verstärkungsmitteln untersagt und außerdem die Größe der leuchtenden Fläche auf 20 cm² begrenzt. Auch das Stopplicht muß fortan rot gefärbt sein. Neu geregelt sind die Bestimmungen über die gelbroten Fahrtrichtungsanzeiger. Es sind nur solche Konstruktionen erlaubt, die bei Betätigung die Umrisse des Wagens an der Seite, nach der abgebogen werden soll, verändern und sowohl vom Führer als auch von hinten oder vorn erkennbar sind (sog. Armwinker). Die Bestimmungen über die Rückfahrt-Scheinwerfer sollen die Wegebenutzer vor Blendungsgefahr sichern. Rückfahrt-Scheinwerfer dürfen nur beim Rückwärtsgang betätigt werden, sie dürfen die Fahrbahn nur auf 10 m beleuchten und müssen im übrigen alle Bestimmungen des abgeblendeten Lichtes erfüllen.

In bezug auf die Nebellichter wird vorwiegend die Leistungsaufnahme der Glühlampen geregelt. Lampen von mehr als 50 W sind verboten. Lampen von 35 bis 50 W müssen so beschaffen sein, daß ihre Verwendung in den Fernscheinwerfern unmöglich ist (zweipolige Sockelung). Außerdem dürfen Nebellichter mit Lampen dieser Leistungsaufnahme nicht gleichzeitig mit Fern- oder abgeblendetem Licht benutzt werden, sondern nur in Verbindung mit dem Standlicht. Die Neigung der einzeln oder paarweise benutzten Nebellichter muß so sein, daß die Fahrbahn auf höchstens 10 m ausgeleuchtet wird. Auch die Kurvenscheinwerfer sind allen Bestimmungen des abgeblendeten Lichtes unterworfen. Bei Verwendung nur eines Kurvenlichtes dürfen Lampen bis zu 35 W, bei Verwendung von 2 Kurvenlichtern Lampen bis zu 20 W eingesetzt werden. Erstmalig ist, um Blendung auszuschließen, eine Bestimmung über die Beschränkung der durch die Scheinwerfer hervorgerufenen Beleuchtungstärke in die Vorschriften aufgenommen worden. Kurvenlichter dürfen auf einer in 25 m vor dem belasteten Fahrzeug stehenden vertikalen Ebene in Höhe ihrer Oberkante an der hellsten Stelle eine Beleuchtungstärke von nicht mehr als 1 Lux hervorrufen. — Mit den beschriebenen Änderungen hat sich die neue Kraftverkehrsordnung im Interesse der Sicherheit des nächtlichen Kraftwagenverkehrs den in der Beleuchtungstechnik gemachten Fortschritten weitgehend angepaßt. F. Born.

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrisierung der Schweizerischen Bundesbahnen. — Am 2. bzw. 15. X. 1932 ist der elektrische Betrieb auf den Linien Zürich—Uster—Rapperswil und Zug—Affoltern—Zürich eröffnet worden. Diese Linien sind eingleisig und haben Streckenlängen von 34 bzw. 36 km. Die Fahrleitung wurde auch hier durchwegs mit Doppelisolation ausgerüstet, um den häufigen Störungen durch Vögel zu begegnen. Von der Montage einer Hilfsleitung ist Abstand genommen worden, weil beide Linien von zwei Seiten gespeist werden können. Um eine Ersparnis an Tragwerk zu erzielen, ist in den Krümmungen der freien Strecke die sog. schiefe Aufhängung der Fahrleitung gewählt worden. Für die Streckenschaltung wurden in den größeren Stationen, wie üblich, Ölschalter und in den kleineren Hörnerschalter eingebaut. Die Lichtleitungen in den Stationen sind gekabelt worden, ebenso die Telephon-, Telegraphen- und Signalleitungen, die längs der Bahn verlaufen. — Die Kosten dieser Elektrisierungen, ohne Lokomotiven, betragen rd. 4 374 000 RM. — Eine wesentliche Fahrzeitverkürzung ist nur auf der Linie Zug—Affoltern—Zürich, die einige Steigungen aufweist, möglich. Über diese Linie sollen in Zukunft in vermehrtem Maße Güterzüge Italien—Zürich und umgekehrt zwecks Entlastung der stark befahrenen linksufrigen Zürichsee-Bahn, geführt werden. *Egb.*

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 1555.
[2] Reichsgesetzblatt I, Nr. 29 v. 26. V. 1932 und Reichsministerialblatt Nr. 23 v. 26. V. 1932.

Fernmeldetechnik.

Funkwellen in der Stratosphäre. — Als Piccard bei seinem letzten Stratosphärenflug einen Kurzwellensender und -empfänger an Bord seines Ballons nahm, war er noch nicht sicher, ob er diese Funkgeräte verwenden könnte, denn es wurde ziemlich allgemein bezweifelt, daß sich die Funkwellen durch die Stratosphäre fortpflanzen. Doch ist es Piccards Assistenten, Ing. Cosyns, gelungen, in ständiger Verbindung mit dem Erdboden zu bleiben. Nach dem Flug wurde von einigen Seiten behauptet, dieser Funkverkehr hätte den Beweis erbracht, daß sich die Funkwellen von der Stratosphäre aus senkrecht zur Erde fortpflanzen. Das ist jedoch zuviel behauptet. Die mit dem Ballon erreichte Höhe betrug 16,5 km oder etwa viermal so viel wie die der höchsten europäischen Berggipfel über dem Meeresspiegel. Die über dem Alpenmassiv aufgestiegenen Stratosphärenflieger haben auf eine Entfernung bis zu rd. 200 km in ständiger Funkverbindung mit der Funkstelle Zürich gestanden. Zu einem gewissen Zeitpunkt befand sich der Ballon zur Empfangstelle in Zürich zwar in einem sehr kleinen Winkel von weniger als 10°, doch hätte nur ein auf dem überflogenen Gebiet aufgebauter Empfänger Aufschluß über eine senkrechte Fortpflanzung der aus der Stratosphäre kommenden Wellen bringen können. Anderseits darf man aus den bisher mit Flugzeugen oder Ballons angestellten Funkversuchen, die gezeigt haben, daß die Funkübertragung in senkrechter Richtung weniger leicht ist als in waagerechter oder schräger Richtung, nicht den Schluß ziehen, daß die senkrechte Fortpflanzung der Wellen nicht möglich ist; man muß vielmehr bei der Beurteilung auch die Wellenlänge berücksichtigen.

Die Funkverbindung Piccards mit der Funkstelle Zürich hat aber den deutlichen Beweis erbracht, daß ein Funkverkehr mit der Stratosphäre möglich ist. Vor dieser Beweisführung konnte man daran zweifeln, weil die Wissenschaft lehrt, daß sich die Funkwellen an der die obere Luftschicht begrenzenden Heaviside-Schicht brechen und von ihr zur Erde zurückgeworfen werden, so daß sie nicht bis in die Stratosphäre vorzudringen vermögen. Um so undurchdringlicher wird nun das Geheimnis der indirekten Strahlung, die bei Nacht den auf Wellen von 200 bis 500 m Länge arbeitenden Funkstellen eine besonders große Sendestärke verleihen. Sicher ist dagegen das eine, daß Piccard am 18. VIII. 1932 nachgewiesen hat, daß die elektromagnetischen Wellen ihren Weg auch in die Stratosphäre nehmen. (Radio Magazine, Paris, Bd. 10, Nr. 464, S. 10.) *Gth.*

Ausbau der kleinen SA-Ämter der Deutschen Reichspost auf 200 Teilnehmer. — Die Deutsche Reichspost ist vor einiger Zeit dazu übergegangen, für kleine Selbstanschlußämter bis zu 100 Anschlüssen an Stelle des bisherigen Vorwählerbetriebs den Anrufsucherbetrieb einzuführen, um die Einrichtungskosten derartiger Ämter zu verringern. Die ersten Ämter dieser Art sind die kleinen SA-Ämter 31 für 100 Anschlüsse. Sie besitzen für je 50 auf einem Wählergestell untergebrachte Anschlußleitungen fünf 50teilige Anrufsucher, an deren Kontaktsätzen die 50 Leitungen in Vielfachschaltung liegen. Jeder Anrufsucher ist mit einem Leitungswähler verbunden. Wird in einer der 50 Anschlußleitungen eines Wählergestells angerufen, so wird über einen für alle fünf Anrufsucher gemeinsamen Anrufordner ein freier Anrufsucher angelassen, der sich auf die anrufende Anschlußleitung einstellt und sie mit seinem Leitungswähler verbindet; gleichzeitig erhält der anrufende Anschluß das Amtszeichen und wählt die gewünschte (zweistellige) Anschlußnummer, wodurch der Leitungswähler in bekannter Weise eingestellt wird. (Vgl. K. Schwender, Neue kleine Selbstanschlußämter der Deutschen Reichspost mit Anrufsuchern, Tel.- u. Fern-

spr.-Techn. Bd. 20, S. 269.) — Diese kleinen SA-Ämter 31 bieten nun schaltungstechnisch und konstruktiv die Möglichkeit eines organischen Ausbaus für mehr als 100 Teilnehmer mit verhältnismäßig einfachen Mitteln, während bei den früheren SA-Ämtern für 100 Anschlüsse diese Möglichkeit nicht gegeben war; wuchs bei einem solchen Amt die Zahl der Anschlüsse auf über 100, so mußte das ganze Amt abgebrochen und durch ein Amt nach dem 1000-System ersetzt werden. Demgegenüber kann der neueste SA-Amts-Typ der Deutschen Reichspost, das aus dem kleinen SA-Amt 31 entstandene kleine SA-Amt 31 a zunächst für eine Aufnahmefähigkeit bis zu 100 Anschlüssen verwendet werden, ist aber beim Überschreiten dieser Anschlußzahl leicht durch Einbau einiger Zusatzteile für maximal 200 Anschlüsse aufnahmefähig zu machen.

Das SA-Amt 31 a für 100 Anschlüsse unterscheidet sich von seinem Vorgänger, dem SA-Amt 31, nur durch die Möglichkeit, die beim Überschreiten der Anschlußzahl 100 notwendig werdenden Gruppenwähler in die Verbindungswege zwischen Anrufsuchern und Leitungswählern einzubauen. Als Gruppenwähler dient bei den SA-Ämtern 31 a für mehr als 100 Anschlüsse eine Kombination aus 6 Relais, Relaisgruppenwähler genannt, die mit besonderen Anrufsuchern in folgender Weise zusammenarbeitet: Sobald in einer der 50 auf einem Wählergestell vereinigten Anschlußleitungen der Hörer abgenommen wird, läuft einer der fünf diesem Gestell zugeordneten Anrufsucher an und stellt sich auf die anrufende Leitung ein. Diese ist jetzt mit dem Relaisgruppenwähler verbunden, der an den Kontaktarmen des soeben eingestellten Anrufsuchers liegt. Da der anrufende Teilnehmer nun das Amtszeichen erhält, so beginnt er mit der Nummernwahl, indem er die Hunderterziffer der gewünschten Anschlußnummer wählt. Diese Hunderterziffer ist — bei einer Endaufnahmefähigkeit des Amts für 200 Anschlüsse — entweder 1 oder 2, je nachdem ob der gewünschte Anschluß im 1. oder im 2. Hundert liegt. Wählt der Anrufende die Ziffer 1, so geht dem Relaisgruppenwähler ein einziger Stromstoß zu, und die dadurch bewirkte Einstellung der Relais des Relaisgruppenwählers verbindet die anrufende Leitung mit einer weiteren Gruppe von Anrufsuchern und Leitungswählern, die ausschließlich für die Anschlüsse des 1. Hunderts bestimmt sind. Ein freier Anrufsucher dieser Gruppe — der wieder von einem gemeinsamen Anrufordner ausgesucht ist — stellt sich nun auf den Relaisgruppenwähler, d. h. auf die anrufende Leitung ein und verbindet sie mit dem ihm zugeteilten Leitungswähler, an dessen Kontakten die Anschlußleitungen des 1. Hunderts liegen. Wünscht der Anrufende dagegen einen Anschluß des 2. Hunderts, so wählt er die Hunderterziffer 2, dem Relaisgruppenwähler gehen daher 2 Stromstöße zu und bewirken eine neue Einstellung seiner Relais, derzufolge die anrufende Leitung mit einer Anrufsucher-Leitungswähler-Gruppe verbunden wird, die dem 2. Hundert der Anschlüsse zugeteilt ist, so daß ein — vom Anrufordner des 2. Hunderts ausgesuchter — Anrufsucher die anrufende Leitung mit seinem Leitungswähler verbindet, an dessen Kontakten die Anschlußleitungen des 2. Hunderts liegen. In jedem Falle ist diese Gruppenwahl beendet, wenn der anrufende Teilnehmer die Zehnerziffer der gewünschten Anschlußnummer einstellt; die Zehner- und Einerstromstöße gehen daher schon dem Leitungswähler zu und stellen ihn in bekannter Weise auf die verlangte Anschlußnummer ein.

Die Wählergestelle der kleinen SA-Ämter 31 und 31 a sind von gleicher Bauart und für die Aufnahme von je 50 Anschlußleitungen bestimmt; die dafür erforderlichen Wähler, Relais usw. sind an Rahmen aus Winkeleisen befestigt. Jedes Gestell enthält im oberen Teil fünf untereinander angeordnete Leitungswähler mit ihren Relaissätzen, darunter den Anrufordner für die Anrufsucher der Vorwahlstufe, dann 50 Gesprächszähler, darunter 5 Anrufsucher der Vorwahlstufe und 50 Anrufrelais der Anschlußleitungen. Unterhalb dieser Teile können bei Erweiterung des Amts auf mehr als 100 Anschlüsse die dann notwendig werdenden Zusatzapparate untergebracht werden, nämlich 5 Relaisgruppenwähler und 5 Anrufsucher der Gruppenwahlstufe.

Zu jedem 100-SA-Amt 31 oder 31 a gehört schließlich ein Zusatzgestell. Es enthält im oberen Teil Signal- und Widerstandslampen, Speisebrückenschienen, Relais für Signale und Übertragungen, im mittleren Teil eine auswechselbare Ruf- und Signalmaschine sowie einen Glühkathoden-Gleichrichter nebst Sicherungen, Schaltern und Meßgeräten und im unteren Teil den für 100 Innenleitungen aufnahmefähigen Hauptverteiler mit seinen Sicherungsleisten und Lötösenstreifen. Steigt die Zahl der Anschlüsse des Amts auf über 100, so wird neben dem Zusatzgestell ein Erweiterungsgestell untergebracht, auf dem u. a. Sicherungsleisten und Lötösenstreifen als Erweiterung des Hauptverteilers sowie die beiden Anrufordner Platz finden, die zur Auswahl der Gruppenwahl-Anrufsucher der beiden Hundertergruppen notwendig sind. (K. Schwender, Tel.- u. Fernspr.-Techn. Bd. 21, S. 31.)

But.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Windungschlußprüfer. — Bei der fabrikationsmäßigen Herstellung elektrischer Instrumente und Apparate (z. B. Meßgeräte, Elektrizitätszähler, Relais usw.) ergibt sich die Notwendigkeit, die zur Anwendung gelangenden Spulen vor ihrem Einbau auf Windungschluß zu prüfen. Eine derartige Prüfung kann bekanntlich in folgender Weise ausgeführt werden: Man bringt die auf Kurzschlußwindungen zu untersuchende Spule in das magnetische Feld einer Drosselspule und beobachtet die Wirkung des die Drosselspule durchfließenden Wechselstromes an einer besonderen elektrischen Meßeinrichtung. Hat die zu untersuchende Spule Kurzschlußwindungen, so ändern sich Größe und Phase dieses Stromes, da die Drosselspule in diesem Falle als sekundär teilweise kurzgeschlossener Transformator wirkt.

W. Geyger hat einen neuen Windungschlußprüfer entwickelt, bei dem zur Anzeige der Änderungen des in der Drosselspule fließenden Stromes ein Dreheisen-Quotientenmesser besonderer Bauart (Ringeisen-Quotientenmesser[1]) in Verbindung mit einer Resonanzschaltung benutzt wird. Die Schaltung ist so gewählt, daß die Anzeige von den betriebsmäßig auftretenden Spannungs- und Frequenzschwankungen des als Stromquelle dienenden Wechselstromnetzes unabhängig wird. Abb. 4 zeigt die Schaltung des neuen Windungschlußprüfers. Das Ringeisenmeßwerk besteht im wesentlichen aus dem ringförmigen Dreheisen D und aus den beiden um 180 ° gegeneinander versetzten Meßwerkspulen S_1 und S_2, welche das Dreheisen umfassen und feststehend angeordnet sind. Das Ringeisen ist mittels eines Hebelarmes aus unmagnetischem Metall mit der auf Spitzen gelagerten Systemachse verbunden, auf welcher außerdem der über einer Skala spielende Zeiger und die Balanciergewichte befestigt sind. Zwecks Erzielung der erforderlichen Dämpfung der Zeigerbewegungen ist eine kräftig wirkende Luftdämpfung vorgesehen.

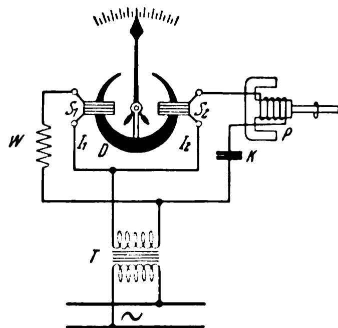


Abb. 4. Schaltung des Ringeisen-Windungschlußprüfers.

Die Prüfdrossel P ist mit einem Kondensator K und mit der einen Meßwerkspule S_2 in Reihe geschaltet, während die andere Meßwerkspule S_1 mit einem induktions- und kapazitätsfreien Widerstand W hintereinander geschaltet ist. Die aus diesen Teilen gebildete Stromverzweigung wird unter Zwischenschaltung eines kleinen im Instrument eingebauten Schutztransformators T an das Wechselstromnetz angeschlossen. Der die Prüfdrossel enthaltende Zweig ist so abgestimmt, daß er sich mit der Frequenz des Wechselstromnetzes in Resonanz befindet. Die Widerstandsverhältnisse sind so gewählt, daß der Zeiger, wenn auf die Prüfdrossel keine Kurzschlußwindungen einwirken, auf den Skalenanfang zeigt. Außerdem wird die Dämpfung des Resonanzzweiges durch geeignete Wahl des Ohmschen Widerstandes dieses Zweiges derart bemessen, daß die betriebsmäßig auftretenden Frequenzschwankungen des Wechselstromnetzes keine merkbaren Änderungen des Verhältnisses der Zweigströme I_1 und I_2 hervorrufen. Da auf dem verhältnismäßig flachen Gipfel der Resonanzkurve gearbeitet wird, so sind diese Änderungen praktisch kaum wahrnehmbar.

Bringt man eine kurzgeschlossene Windung in das magnetische Feld der Prüfdrosselspule, so vergrößert sich der Wirkwiderstand des Resonanzzweiges entsprechend der Energie, die in der Kurzschlußwindung vernichtet wird, und der Zeiger des Ringeisen-Quotientenmessers gibt je nach Windungsfläche und Widerstand der Kurzschlußwindung einen mehr oder weniger großen Ausschlag. Die Kurzschlußwindung verursacht außerdem eine Verkleinerung der wirksamen Induktivität der Prüfdrossel und somit eine Verstimmung des Resonanzzweiges. Diese Wir-

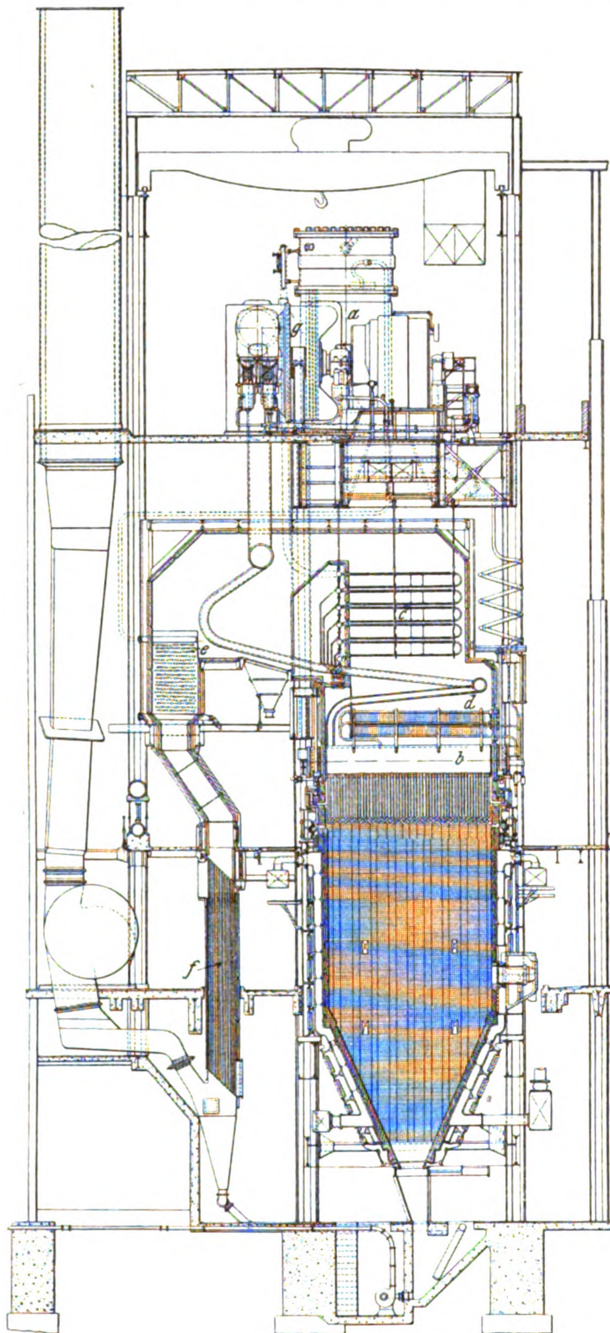
[1] W. Geyger, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 1; Referat: ETZ 1931, S. 286.

kung ist jedoch im Vergleich zu der erstgenannten Wirkung der Zunahme des Wirkwiderstandes so klein, daß sie sich praktisch nicht bemerkbar macht.

Um die geringfügigen durch Schwankungen der Meßspannung und der Instrumenttemperatur auftretenden Änderungen der Nullpunkt-Einstellung des Zeigers ausgleichen zu können, ist ein Nullsteller vorgesehen. Außerdem ist eine einfache, ebenfalls auf dem Ringeisenprinzip beruhende Zeigerrückstellvorrichtung angebracht, die beim Ausbleiben der Netzspannung den stromlosen Zustand des Apparates anzeigt. Die einzelnen Bestandteile des Windungschlußprüfers sind in einer handlichen, für den Gebrauch in Laboratorium und Werkstatt geeigneten Konstruktion vereinigt und in einen rechteckigen polierten Holzkasten eingebaut. Der Eigenverbrauch des Gerätes beträgt nur etwa 4 W. Die Empfindlichkeit ist so hoch, daß fast alle in der Meßinstrumenten- und Zählerfabrikation zur Anwendung gelangenden Spulenformen auf Windungschluß geprüft werden können. — Der beschriebene Apparat wird von der Firma W. H. Joens & Co. G. m. b. H., Düsseldorf, unter dem Namen „Ringeisen-Windungschlußprüfer“ (DRP. ang.) hergestellt. W. Geyger.

Allgemeiner Maschinenbau.

10 000 kW-Quecksilberdampfturbine. — Wie der Engineering berichtet, hat Emmet die in der South Meadow-Station der Hartford Light Co. (Conn.) vor mehreren Jahren errichtete Quecksilberdampfanlage[1] durch Aufstellung einer 10 000 kW-Quecksilberdampfturbine erweitert. An den Kondensator ist zur Verwertung der Abwärme wie bisher eine Hochdruck-Wasserdampfanlage angeschlossen. Aus Abb. 5 ist ersichtlich, daß die Höhe im Vergleich mit der beanspruchten Grundfläche groß ist, und die beiden Quecksilberkondensatoren *a* so hoch gelegt sind, daß das flüssige Quecksilber infolge seines Gewichtes dem Kessel *b* zufließt; eine Speisepumpe ist also nicht erforderlich. Zwecks Verdampfung des Quecksilbers sind am Kessel 7 Röhren angebracht, von denen eine Abb. 6 im Schnitt zeigt. Die Verdampfung findet statt in dem engen Ringzwischenraum zwischen der äußeren Röhre und der äußeren Oberfläche des Luftmantels, der sich um die innere Röhre legt. Das Quecksilber fließt also durch die innere Röhre unverdampft an den untersten Punkt und steigt dann in den für die Verdampfung bestimmten Ringraum, um so in den Kessel zu gelangen. Der Kessel ist



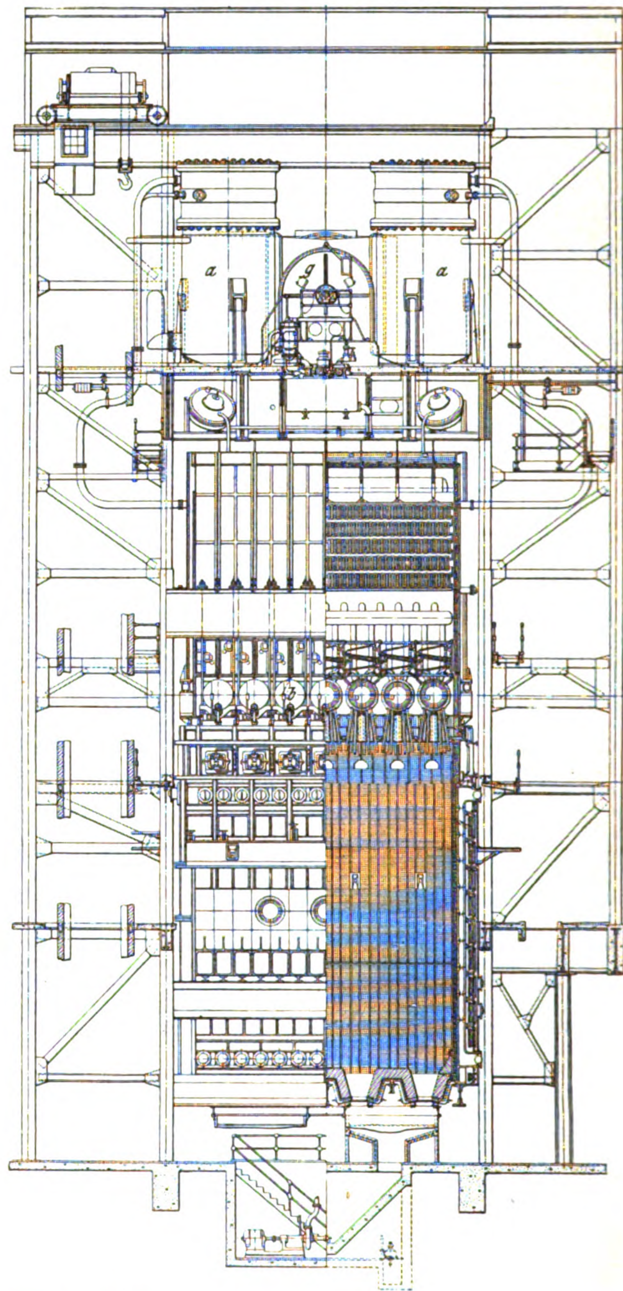
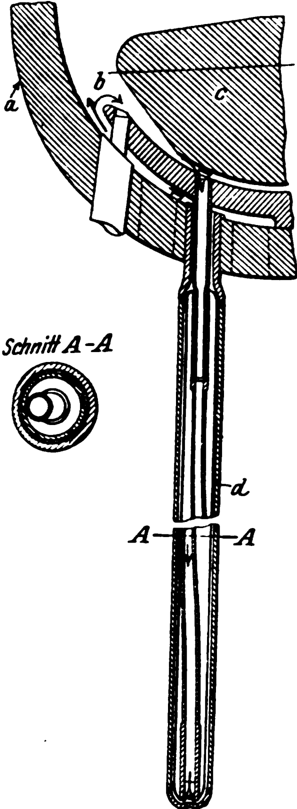


Abb 5 10 000 kW-Quecksilberdampfanlage

[1] Vgl. ETZ 1924, S. 121.

mit einem Einsatzstück *c* versehen, um den für das flüssige Quecksilber bestimmten Inhalt zu verringern, also an Quecksilber zu sparen. Der Kessel ist außerdem versehen mit einem Wasserdampfüberhitzer *c* (Abb. 5) und einem Vorwärmer *d* für flüssiges Quecksilber. Außerdem ist ein Speisewasservorwärmer *e* und ein Luftvorwärmer *f* vorgesehen. Die Quecksilberturbine *g* liegt direkt auf dem Kessel. Die Turbine ist eine einfache Strahlturbine mit 5 Stufen. Die Drehzahl beträgt 700 U/min. Die Ausflußgeschwindigkeit des Quecksilberdampfes ist etwa ein Drittel der entsprechenden für Wasserdampf. Die Schaufelgeschwindigkeit ist am größten in der letzten Stufe, wo sie rd. 103 m/s beträgt. Die Turbine ist, wie aus Abb. 7 hervorgeht, unter Zuhilfenahme einer Kupplung fliegend auf die Generatorwelle gesetzt. Auf diese Weise vermeidet man eine Stoffbüchse auf der Hochdruckseite. Auch ist das Gehäuse nicht geteilt; das Innere ist zugänglich nach Demontage des Enddeckels. Da am Auspuffende der Druck weit unterhalb



a Kesselmantel
b Raum für Quecksilber
c Einsatzstück
d äußeres Rohr des Verdampferelements

Abb. 6. Verdampferelement des Quecksilberdampfkessels.

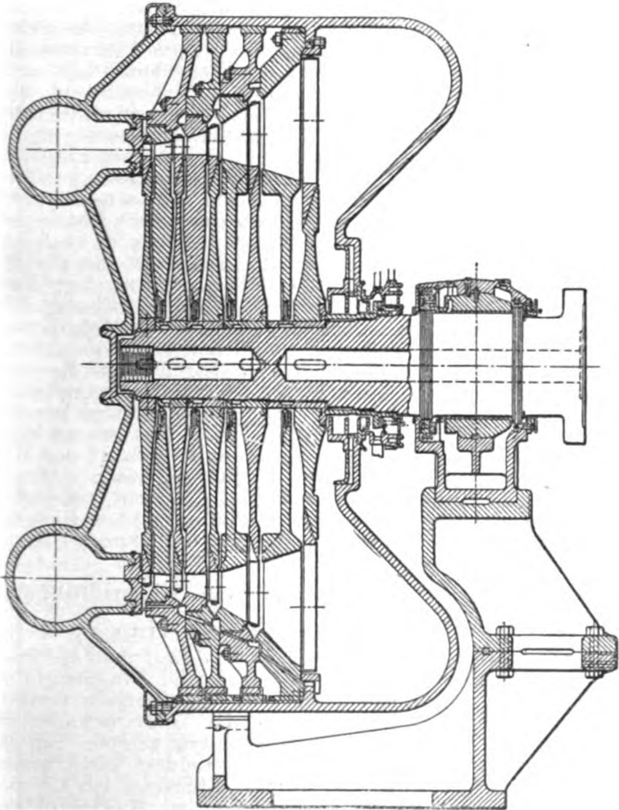


Abb. 7. Quecksilberdampfturbine im Schnitt.

Atmosphärendruck liegt, ist die Stoffbüchse dort verhältnismäßig einfach. Ein Bakelitering wird gegen einen Flansch auf der Welle gedrückt und gegen die Atmosphäre durch einen Wasserstrahl abgeschlossen. Die Ventile werden offen gehalten durch Kolben, die in Ölzylindern gegen starke Federn arbeiten. Die Ventile, welche die Öllieferung zu den Hilfsmotoren kontrollieren, werden durch Elektromagnete betätigt. Wenn der Druck über eine festgesetzte Grenze steigt, wird ein Kontakt unterbrochen; dadurch werden die Elektromagnete stromlos, der Öldruck sinkt, und das Ventil schließt sich. Dasselbe tritt ein, wenn der Öldruck verschwindet, wenn der Strom ausfällt, oder wenn die zulässige Drehzahl der Turbine überschritten wird. Alle Ventile, Mechanismen und auch alle Teile der Turbine, welche unter Quecksilberdampfdruck stehen, sind umgeben von einem Mantel, der gegen die Atmosphäre abgeschlossen ist, und in welchem ein Unterdruck durch Verbindung mit dem Kamin aufrecht erhalten wird. Es besteht also keine Möglichkeit, daß der Quecksilberdampf in Räume gelangt, die zum menschlichen Aufenthalt dienen; der Quecksilberdampf entweicht durch den Kamin. Überdies werden die Abgase auf Quecksilbergehalt laufend überwacht.

In der beschriebenen Anlage, die mit einer Quecksilbermenge von 2,27 kg/kW arbeitet (bezogen auf die gesamte Maschinenleistung), wurden folgende Versuchsergebnisse erzielt:

Leistung der Quecksilberturbine	10 000 kW
Drehzahl der Turbine	720 U/min
Wasserdampferzeugung	58 440 kg/h
Speisewassertemperatur am Vorwärmer	102 °C
Speisewassertemperatur am Quecksilberkondensator	140 °C
Wasserdampfdruck	125 at
Wasserdampftemperatur	360 °C
Quecksilberdampfdruck an der Turbine	32 at
Quecksilberdampftemperatur an der Turbine	473 °C
Vakuum des Quecksilberdampfkondensators	38 mm abs.
Temperatur des Quecksilbervakuums	227 °C
CO_2-Gehalt der Abgase	14,25 %
Gastemperatur hinter dem Quecksilberkessel	619 °C
Gastemperatur hinter dem Quecksilbervorwärmer	532 °C
Gastemperatur hinter dem Wasserdampfüberhitzer	347 °C
Gastemperatur hinter dem Speisewasservorwärmer	321 °C
Abgastemperatur im Kamin	160 °C
Lufttemperatur beim Eintritt in den Vorwärmer	24 °C
Lufttemperatur beim Austritt aus dem Luftvorwärmer	196 °C
Lufttemperatur beim Eintritt in die Feuerung	227 °C
Kohlenverbrauch	7082 kg/h
Heizwert der verfeuerten Kohle	3590 kcal

Emmet glaubt, bei der Anlage leicht unter einem Wärmeverbrauch von 2520 kcal/kWh bleiben zu können. Mit Hilfe höherer Quecksilberdrücke und einer verbesserten Anlage der Feuerung hält er sogar 2140 kcal/kWh für möglich. Nach seiner Ansicht eignet sich das System vor allem für den Schiffsantrieb. (Emmet, Engineering Bd. 131, S. 65.) *Ka.*

Hochspannungstechnik.

Luftdurchschlag bei Niederfrequenz und Hochfrequenz an verschiedenen Elektroden. — Mit einem Röhrengenerator von 4 kW Leistung wird in einem Teslatransformator hochfrequente Spannung von $(4{,}75 \cdots 10) \cdot 10^5$ Hz und 120 kV_{eff} hergestellt. Der Generator ist als Zwischenkreissender ausgeführt. Mit ihm wird das Starke-Schroedersche Hochspannungsvoltmeter auf seine Brauchbarkeit bei hochfrequenten Messungen untersucht und als brauchbar befunden. Die Überschlagmessungen an Kugeln, Platten und Spitzen werden an einer nach den Verbandsnormen hergestellten Luftfunkenstrecke ausgeführt. Die Vergleichsmessungen erfolgen mit einem Prüftransformator von 50 Hz bis 75 kV_{eff}. Ergebnis: Bis zu einer bestimmten Schlagweite, der kritischen Schlagweite, stimmen die Werte für Hoch- und Niederfrequenz überein. Darüber hinaus sinkt mit zunehmender Schlagweite die Durchschlagspannung bei Hochfrequenz bei Kugeln und Platten um rd. 20 %, bei Spitzen noch erheblicher. Die kri-

tische Schlagweite stellt sich als eine Funktion der Frequenz dar; sie wird mit wachsender Frequenz kleiner. Die Ergebnisse schließen sich den Messungen von Kampschulte[1] und von Lassen[2] gut an. (F. Miseré, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 2, S. 123.)

Über Wanderwellensteuerung, Strahlsperrung bei Kathodenoszillographen und Erzeugung sehr kurzer Lichtblitze. — Die Wanderwellen sind durch mehrjährige hauptsächlich kathodenoszillographische Untersuchungsarbeit bis in die Feinheiten bekannt geworden. Sie sind auch schon oft als Spannungsquelle für mannigfache Untersuchungen benutzt worden. In der referierten Arbeit wird auf ihre besondere Eignung zur Steuerung von elektrischen Vorgängen hingewiesen. Als Beispiel wird die Wanderwellensteuerung einer Strahlsperrung eines Kathodenoszillographen besprochen. Oszillogramme zeigen, daß man mit Hilfe einer durch Wanderwellen gesteuerten Strahlsperrung aus einem aufzunehmenden Kurvenverlauf jedes beliebige Stück herausschneiden kann, also insbesondere Anfangs- und Endüberstrahlung vollständig vermeiden kann. Als weiteres Beispiel wird die Wanderwellensteuerung einer Kerrzelle behandelt. Man kann mit ihrer Hilfe äußerst kurze Lichtblitze von wohldefinierter Dauer und Intensität erzeugen, aber auch kurzdauernde Lichterscheinungen in ihrem Verlauf untersuchen. (W. Fucks, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 12, S. 847.)

Über den Durchschlag von Hexan bei Wechselspannungen verschiedener Kurvenform. — Die Vorgänge beim Durchschlag flüssiger Isolierstoffe sind nicht in dem Maße geklärt wie bei Gasen. Weit verbreitet ist die Vorstellung, daß sich das flüssige Dielektrikum vor dem Durchschlag durch den Verluststrom erhitzt und schließlich verdampft und zusammenbricht. In der obengenannten Arbeit, welche im Hochspannungsinstitut der T. H. Hannover ausgeführt wurde, wird festgestellt, daß bei reinem Hexan bei Wechselspannungen verschiedener Kurvenform der Scheitelwert der Spannung für den Durchschlag maßgebend ist. Wenn der Durchschlag durch Erwärmung der Flüssigkeit zustande käme, müßte, wenn auch keine reine Abhängigkeit vom Effektivwert, so doch ein größerer Einfluß des Effektivwertes herrschen als bei den Untersuchungen tatsächlich gefunden wurde[3]. (F. Koppelmann, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 11, S. 781.)

Werkstatt und Baustoffe.

Eine neue Bleikabelpresse in England. — Auf Grund einer Erfindung von E. E. Judge wurde bei den W. T. Henley's Telegraph Works Co. eine Bleikabelpresse entwickelt, die Gegenstand eines Aufsatzes in der Electr. Rev. ist (außer den verschiedenen Auslandspatenten wird als deutscher Lizenznehmer die Firma Krupp erwähnt). Ursache und Begründung der Neukonstruktion ergeben sich aus der Arbeitsweise der Bleipressen: Das geschmolzene Blei bildet beim Wiedererkalten und Übergang in den festen Zustand sehr schnell eine dünne Oxydhaut auf seiner Oberfläche. Beim Nachfüllen des Bleizylinders der Presse entsteht daher eine feine Trennungsschicht zwischen dem Rückstand der vorhergegangenen und der neuen Füllung. In der Bleikammer bewegt sich das Blei unter dem Druck des Bleistempels bis zum Austritt des geschlossenen Rohres aus der Matrize zungenförmig, so daß außer der erwähnten Trennungschicht beim Nachfüllen ähnliche, aber dauernde Trennungschichten infolge des Zusammenschließens der Zungen zum Rohr entstehen. An mikroskopischen Aufnahmen geätzter Schliffe aus gepreßten Bleimänteln wird das Vorhandensein dieser Trennungschichten nachgewiesen; sie stellen sich bei den bisherigen Bleipressenkonstruktionen als Längsnähte dar, wobei bei den stehenden Bleipressen mit einem Bleistempel nur eine Zunge gebildet wird, die sich auf der Unterseite des Bleimantels in einer Längsnaht schließt, während bei den liegenden Pressen mit zwei Bleistempeln zwei Zungen entstehen, die sich auf der Ober- und Unterseite, also in zwei Längsnähten, schließen. Diese Längsnähte fallen bei der Henley-Presse fort, da das Blei sich hier nicht zungenförmig zum Rohr schließt, sondern von vornherein als geschlossenes Rohr vorgetrieben wird. Lediglich die Trennungschichten zwischen den Füllungen bleiben bestehen; sie erscheinen im Querschnittsbild als konzentrische Linien, da die Füllungen so ineinander dringen, daß der Rückstand der vorhergehenden die nächste Füllung wie ein Ärmel (an annular shaped sleeve) umschließt. Diese Trennungschichten beeinträchtigen die Festigkeit des Rohres nicht. Anderseits wird zugegeben, daß auch die bei den anderen Pressen entstehenden Längsnähte normalerweise — d. h. solange die Oxydschicht sehr dünn ist — die Festigkeit des Mantels nicht verringern; erst wenn diese Schichten stärker werden, oder wenn Verunreinigungen hinzutreten, können sie eine Gefahrenquelle bilden.

Der unvorbereitete Leser wird aus dem Originalaufsatz nicht ohne weiteres erkennen, durch welche Mittel die neuartige Führung des Bleis in der Kammer bewirkt wird, da der Aufsatz die Bauart der neuen Presse als bekannt voraussetzt. Die recht interessante Konstruktion dieser Presse wird im Engineering ausführlich behandelt.

Am Schluß wird ein Rundgang durch das „Gravesend"-Werk der Gesellschaft beschrieben, aus dem folgende bemerkenswerte Einrichtungen aufgezählt werden mögen: ein elektrisch geheizter Glühofen in der Kupferdrahtzieherei, besondere Einrichtungen an Litzen- und Mehrleiterverseilmaschinen, die es gestatten, Sektorleiter vor dem Aufbringen der Isolierhülle derart vorzuformen, daß sie wie runde Adern mit Rückdrehung zum Mehrleiterkabel verseilt werden können, und schließlich eine besondere Werkstatt für die Herstellung von Ölkabeln. (Electr. Rev. Bd. 109, S. 277. — Vgl. auch Engineering Bd. 131, S. 567.) *H. Mü.*

Verschiedenes.

Vorträge der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure. — Im Winter 1932/33 veranstaltet die Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure (ADB) 2 Vortragsreihen an je 6 Abenden, u. zw. über Leistungssteigerung der Betriebsmittel und die wirtschaftliche Seite der Betriebsführung. Die erstere Reihe hat am 6. X. begonnen, die zweite am 27. X., der Abschluß beider Reihen fällt in den April 1933. Weitere Mitteilungen Ingenieurhaus, Berlin NW 7.

Elektrische Kontrollvorrichtung für Kraftwagenreifen. — Um das Entweichen der Luft aus dem Reifen rechtzeitig vom Führersitz aus zu erkennen und die schädlichen Folgen einer Reifenpanne zu vermeiden, wird von Fritz Schwien, Berlin, eine Kontrollvorrichtung[1] ausgeführt, die auf der letzten Kraftwagenausstellung in Berlin praktisch vorgeführt wurde. Sie besteht im wesentlichen aus einer Schaltvorrichtung, die in eine rohrförmige Gummischlauchmuffe federnd eingesetzt ist, so daß beim Verbiegen der Muffe ein Stromkreis geschlossen, bei Freiwerden derselben der Stromkreis geöffnet wird. Zu diesem Zwecke wird die Muffe mittels eines aus ihr herausragenden Metallteils durch ein Flacheisen an einem freien Teil der Radachse senkrecht nach abwärts gerichtet in solcher Höhe befestigt, daß ein aus der Muffe unten herausragenden Metallknopf etwa 5 ··· 6,5 cm über dem Erdboden steht. Sobald nun die Luft aus dem Reifen zu entweichen beginnt, berührt der Metallknopf den Erdboden; bei weiterem Entweichen von Luft erfährt die Vorrichtung eine Verbiegung, wodurch in ihr Kontakt hergestellt und das Aufleuchten einer roten Kontrollampe vor dem Führersitz bewirkt wird. Für jedes Rad ist eine Vorrichtung erforderlich. Zufolge der elastisch-nachgiebigen Ausführung ist die Vorrichtung dem Lauf des Wagens angepaßt und kann durch Wegunebenheiten, die vorübergehende Erdberührung verursachen, nicht außer Betrieb kommen. In solchen Fällen erfolgt also lediglich ein vorübergehendes Aufleuchten der roten Lampe. *Dtz.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Deutsche Luftsport-Ausstellung 1932 (DELA). — Die Ausstellung fand vom 1. bis 23. X. d. J. auf dem Berliner Ausstellungsgelände statt. Flugzeug und Flugzeugfahrt sind auch mit der Elektrotechnik auf das engste verbunden, wie aus den Jahresberichten der DVL[2] bekannt ist und sich auch wieder auf der Ausstellung zeigte. Ein besonderes Beispiel vielseitiger Verwendung elektrischen Geräts im Flugzeug ist das Dornier-Flugzeug Do X.[3]. Die notwendige Funkabschirmung bei Radioempfang im Flugzeug[4] zeigte die Robert Bosch AG., Stuttgart, in

[1] Arch. Elektrotechn. Bd. 24, S. 525 (1930).
[2] Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 322 (1931).
[3] Vgl. hierzu auch ETZ 1930, S. 1457, wo Messungen an Öl mitgeteilt sind, ferner eine Bemerkung von H. Edler, ETZ 1931, S. 654.

[1] DRP. Nr. 518 864.
[2] ETZ 1930, S. 1525; 1931, S. 1026
[3] ETZ 1930, S. 1541.
[4] ETZ 1930, S. 1610.

einer abgeschirmten Zündanlage für einen 12-Zylinder-Motor, bestehend aus 2 Magnetzündern *GE* mit Funkschutz, den erforderlichen Kerzen mit Funkschutz und den metallumklöppelten Verbindungskabeln. Für Batterie- oder Lichtbatteriezündung sind hochspannungsseitig Zündspulen und Zündverteiler mit Funkschutz ausgebildet. Die Abschirmung der Leitung zwischen Batterie und Zündspule geschieht durch Siebkette (Drosselspulen und Kondensatoren), die der Lichtmaschinenleitungen durch parallel geschaltete Kondensatoren, die zwischen Stromleitern und Masse liegen. Die Abschirmung von Gerät und Leitungen war auch bei der Lorenz-Flugzeug-Kleinstation mit Empfänger und Fernbedienung für Sender im Führerraum und mit Sender, Umformer, Batterie im Gepäckraum, wie bei der Telefunken-Flugzeugstation, Type Spez 378 F, mit Schleppantenne, Sender, Empfänger usw. zu sehen. Letztere ist mit einem Fernschreiber, System Dr. Hell (Geber und Empfänger in einem Gerät), ausgestattet, bei dem zur Anfrage die Tastatur bedient und die Antwort der Boden-Funkstellen ebenfalls schriftlich aus demselben Apparat erhalten wird. Die Askania-Werke AG. Bambergwerk, Bln.-Friedenau, haben zu ihrem Kompaß „Franz" und „Emil" mit elektrischer Beleuchtung und Kompensierungseinrichtung den Askania-Fernkompaß geschaffen, bei dem die Trennung des Magnetsystems von der Rose den Vorteil hat, daß der Mutterkompaß an einer magnetisch günstigen Stelle des Flugzeugs aufgehängt werden kann, während die Ablesung im Führersitz erfolgt. Die Kurshaltung ist zwangsläufig durch eine auf dem Strahlrohrprinzip beruhende Regeleinrichtung. Das bei der Einrichtung erforderliche, im Fahrtwinde angeordnete Venturirohr wird elektrisch geheizt. Durch ein neues optisches Verständigungsgerät, bestehend aus Geber und Empfänger mit je drei Lampen in gleichen Farben, ist Verständigung durch Signale möglich. Die Deuta-Werke, Berlin SO, stellten elektrische Fernanzeiger für Drehzahl und Windgeschwindigkeiten aus, die vom Motor oder durch Schalenkreuzaufsatz angetrieben werden. Der in einem schleifring- bzw. kommutatorlosen Induktor erzeugte einphasige Wechselstrom wird gleichgerichtet und beeinflußt ein Drehspulvoltmeter, das in U/min oder m/s geeicht ist. 2 bis 3 Anzeigegeräte können angeschlossen werden. Die Regelung ist in der Gleichrichterdose untergebracht. Beim Wirbelstrom-Tachometer ist gleichachsig zwischen den Polen eines Magneten in C-Form und, von ihnen teilweise umfaßt, ein walzenförmiger Weicheisenkörper drehbar mit dem Magneten angeordnet, so daß zwischen ihm und den Polen ein enger ringförmiger Spalt entsteht, der von Kraftlinien durchsetzt ist. In diesen Feldspalt taucht ein leicht beweglich aufgehängter trommelförmiger Anzeigekörper aus Aluminium, der bei Drehung des Magneten infolge der Wirbelströme so weit mitgenommen wird, als es die Spannung einer Gegenfeder zuläßt. Der Ausschlag wird gemessen und gibt die Umlaufgeschwindigkeit der Magnetwelle. Ferner sei angeführt ein Kerzenprüfer der Flugzeug AG., der die Prüfung der Kerze unter einem Kompressionsdruck von 10 ··· 15 at mittels Induktorstroms ermöglicht, sodann eine selbsttätige Flugzeug-Feuermeldeanlage von Wintrich & Co., Bensheim, mit leichtbrennbaren Kontakten aus Zelluloid-Plättchen in einem aus einer Plattenbatterie gespeisten Stromkreis und mit Signaleinrichtung am Führersitz, ein Kühlwasser-, Öl-Fernthermometer von Steinle & Hartung, Quedlinburg, mit Thermoelement in Verbindung mit einem auf Temperatur geeichten Galvanoskop, ein heizbarer Führeranzug mit eingenähten Heizdrähten zum Anschluß an die Bordbatterie. Die Deutsche Verkehrsflug AG. hatte eine elektrische und akustische Signaleinrichtung bei Stromschluß von Magnetzündern ausgelegt (Peter Paul Habereder, Fürth/B.). Diese soll verhüten, daß Motoren bei etwa eingeschalteter Zündung angedreht werden. Auch werden gleichzeitig Magnet-Kurzschlüsse sowie Störungen im Primärstromkreis der Magnetzünder selbsttätig angezeigt. Benutzt werden 2 Stromkreise, von denen der eine über ein Doppelrelais mit dem Magnetschalter und Signal im Führerraum verbunden ist und aus der Batterie gespeist wird, während der andere mit den Primärwicklungen des Magneten an den Klemmen des Magnetschalters liegt. Beim Anlassen des Motors schließt das Doppelrelais den Primär- oder Batteriestrom, je nachdem der Magnetschalter in Nullstellung oder offen ist.

Die Zentralstelle für Flugsicherung gab einen Überblick zum Luftüberwachungsdienst und zur Flugsicherung. Ein Elektroflugfeldwagen mit Tankinhalt 1500 l und elektrischem Pumpenantrieb auf SSW-Elektrokarren dient zur Abgabe des Betriebstoffes an Flugzeuge. Leuchten waren im AEG-System als Drehfeuer mit 50 cm-Spiegel und Kursfeuer-Dachlicht, im SSW-System Type Gl. 60/30 mit geschliffenen Linsenelementen, im System Pintsch A. G. Dl. 150/2 mit Dachlicht und Röhrenglühlampe (1 Mill HK) und die Drehlinsenleuchte DL. 50[1] im Betriebe zu sehen. Hierzu kam ein Wolkenscheinwerfer mit Spiegel. Besonderes Interesse dürfte die Karte des Flugkabelnetzes mit den Flug-Fernmeldestellen, Fernschreib- und Fernsprechverbindungen und Durchschaltmöglichkeiten gefunden haben, sodann die Karte mit den befeuerten Nachtflugstrecken der Welt und die mit den befeuerten Nachtflugstrecken in Deutschland[2]. Im wechselseitigen Aufleuchten kleiner Lampen waren die befeuerten Flugplätze, die Hilfslandeplätze und die Luftfahrtfeuer auf der Strecke Königsberg—Berlin—Köln mit den Abzweigungen nach Frankfurt a. Main und Hamburg zu sehen. Hingewiesen sei auch auf das Modell des Hilfslandeplatzes Plantlünne mit Umrandungsfeuer und Landebahnleuchten und des Vorganges beim Peilen eines Flugzeuges. *Pge.*

Energiewirtschaft.

25 Jahre Gemeinde-Elektrizitätswerk Bad Godesberg. — Das Gemeinde-Elektrizitätswerk Godesberg wurde im Jahre 1907 mit einer Maschinenleistung von 320 kW in Betrieb genommen, im Jahre 1931 waren 1520 kW installiert, welche 2,1 Mill kWh erzeugten (Benutzungsdauer also nur 1380 h). Wenn die Denkschrift eines so kleinen Werkes an dieser Stelle erwähnt wird, so ist der Grund folgender:

Der Verfasser der Schrift, der im Jahre 1904 mit der Planung des Werkes von der Gemeinde, die damals schon von dem Versorgungsgebiete der Berggeist AG. umspannt war, betraut wurde und das Werk seitdem geleitet hat, ist einer der wenigen Vertreter der Auffassung, daß die Eigenversorgung, selbst durch Zwergwerke und völlig losgelöst von der allgemeinen Landesversorgung, für eine Gemeinde und deren Bürger das wirtschaftlich vorteilhafteste sei. Die Berechtigung dieser seiner Auffassung sucht er in der Denkschrift klarzulegen.

Im Interesse aller derjenigen Elektrowirtschaftler, welche in der „Verbundwirtschaft" die richtige Lösung der Elektrizitätsversorgung kleiner Gemeinden erblicken, wäre eine Nachprüfung der Frage, ob der Gemeinde Godesberg bei rechtzeitigem Abschluß eines Stromlieferungs- oder Konzessionsvertrages nicht doch noch größere Vorteile erwachsen wären oder doch ihre Bürger sich besser gestanden hätten, wünschenswert; wichtig wäre vor allem auch zu prüfen, ob das kleine Godesberger Werk der neuesten Stufe der Elektrowirtschaft, der Versorgung der Abnehmerschaft mit Wärmestrom zu tragbaren Preisen, gewachsen ist, zumal gerade einem Ort wie Godesberg, das einen ausgesprochenen Badcharakter trägt und zahlreiche angesehene Gaststätten und Pensionen besitzt, an einer Vollelektrisierung von Haushalt und Küche außerordentlich viel gelegen sein muß. (O. Reich, Denkschrift, herausgegeben von der Gemeinde Bad Godesberg.) *Trb.*

Erzeugung und Verbrauch elektrischer Arbeit in Deutschland[3]. — Die 122 Elektrizitätswerke haben ihre Erzeugung im Juli 1932 gegen den Vormonat um 8,2 Mill kWh steigern können, sind aber hinter der des Juli 1931 um 181 Mill kWh (16 %) im Rückstand geblieben; beide Unterschiede betrugen arbeitstäglich 0,312 Mill kWh mehr und 5,332 Mill kWh weniger (13 %). Der An-

Monat	Arbeitstage		Von 122 Elektrizitätswerken selbst erzeugte Mill kWh: insgesamt		arbeitstäglich		Anschlußwert und Verbrauch der von 103 Elektrizitätswerken direkt belieferten gewerblichen Abnehmer: Anschlußwert Mill kW		Gesamtverbrauch Mill kWh		arbeitstäglicher Verbrauch: insgesamt Mill kWh		kWh/kW Anschlußwert	
	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931	1932	1931
I.	25	26	1137,8	1357,6	45,5	52,2	4,7	4,6	389,5	462,5	15,6	17,8	3,3	3,9
II.	25	24	1079,6	1208,5	43,2	50,4	4,8	4,6	387,4	438,5	15,5	18,3	3,3	4,0
III.	25	26	1058,5	1266,9	42,3	48,7	4,7	4,6	385,6	458,8	15,4	17,6	3,2	3,8
IV.	26	24	1012,7	1133,2	38,9	47,2	4,8	4,6	388,8	440,2	15,0	18,3	3,1	4,0
V.	24	24	976,8	1104,5	40,7	46,0	4,8	4,6	381,4	443,4	15,9	18,5	3,3	4,0
VI.	26	26	954,7	1093,3	36,7	42,0	4,8	4,6	387,8	462,3	14,9	17,8	3,1	3,9
VII.	26	27	962,9	1143,9	37,0	42,4	.	4,6	.	475,6	.	17,6	.	3,8

[1] ETZ 1929, S. 1739.
[2] ETZ 1930, S. 1302.
[3] Vgl. ETZ 1931, S. 1261; 1932, S. 974.

schlußwert der von 103 Werken belieferten gewerblichen Abnehmer war im Juni um 25 000 kW größer als im Mai und übertraf den des Parallelmonats 1931 um 0,182 Mill kW (4 %). Der Verbrauch zeigt gegenüber dem Mai eine Erhöhung um 6,4 Mill kWh, ist jedoch um 74,5 Mill kWh (16 %) kleiner gewesen als im gleichen Monat des Vorjahres, das bedeutet arbeitstäglich eine Senkung um 2,869 Mill kWh (16 %); auch im Vergleich mit dem Mai ist je Arbeitstag ein Rückgang um 0,977 Mill kWh (6 %) festzustellen. *fm.*

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am Dienstag, dem 8. November 1932, 7½ Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Professor Dr.-Ing. F. Lubberger über das Thema: „Die Fernsprech-Versorgung großer Städte."

Inhaltsangabe:

Erst in der allerletzten Zeit sind die Unterlagen über die Versorgung großer Städte für Fernsprech-Orts-, Vororts- und Fernverkehr bekanntgeworden, so daß man einen Überblick über deren Gestaltung erhalten kann. Es sollen die Grundzüge der Einrichtungen für Berlin, London, Moskau, New York, Paris, Stockholm, Tokyo und Wien besprochen werden.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gastkarten für durch Mitglieder einzuführende Gäste sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins erhältlich. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Bln.-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß für elektrisches Nachrichtenwesen.
Der Vorsitzende:
Arendt.

„Wohltätigkeitsfest der Technik".

Die technisch-wissenschaftlichen Vereine in Berlin veranstalten

am Sonnabend, dem 5. November 1932,
8½ Uhr abends,

in den Räumen des Zoologischen Gartens in Berlin das

„Wohltätigkeitsfest der Technik"

und laden hierdurch zur Teilnahme ein.

Das Fest wird veranstaltet zum Besten der Unterstützungskassen der Vereine zum Zwecke der Linderung der großen Not der Fachgenossen.

Anzug: Gesellschaftsanzug.

Tombola: reichhaltig.

Eintrittskarten für Vereinsmitglieder, deren Angehörige und für eingeführte Gäste kosten 5,— RM, werden auf den Namen ausgestellt und können nur vor dem Fest durch die Geschäftstellen der veranstaltenden Vereine bezogen werden.

Außer den Eintrittskarten werden Platzkarten ausgegeben, u. zw.

für Plätze im Marmorsaal Loge unten zu je . .	5,— RM
„ „ im Marmorsaal Tische zu je	3,— „
„ „ im Kaisersaal Ballustrade zu je . .	2,— „
„ „ im Marmorsaal Loge oben und die übrigen Tische im Kaisersaal, Bankettsaal, Wintergarten, Rote Veranda zu je	1,— „

Die Karten werden gegen Barzahlung oder Einsendung des Betrags auf das Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein Berlin Nr. 13 302 ausgehändigt.

Gastkarten werden bei Vermittlung von Mitgliedern des Elektrotechnischen Vereins ausgegeben.

Besichtigung.

Am Freitag, dem 4. November 1932, nachm. 2¾ Uhr, findet eine Besichtigung der Fabrikanlagen des Zeiß-Ikon-Görzwerks und der Sendlinger optischen Glaswerke, Berlin-Zehlendorf, Goerzallee, statt.

Fahrverbindungen:

1. Von Bahnhof Zehlendorf-Mitte: Omnibuslinie T bis Haltestelle Schönow;
2. Aus dem Süden Berlins: Straßenbahnlinie 96 bis Haltestelle Schützenhaus Teltow.
   Von jeder der beiden Haltestellen Fußweg etwa zehn Minuten.

Treffpunkt: Beim Pförtner des Goerzwerks.

Damen sind willkommen.

Die Beteiligung an der Besichtigung ist nur gegen Karten gestattet, die in der Geschäftsstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, bis Donnerstag, den 3. November 1932, mittags, erhältlich sind.

Um pünktliches Erscheinen wird mit Rücksicht auf den frühzeitigen Fabrikschluß gebeten.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin über das Thema: „Der Kathodenstrahl-Oszillograph und seine Anwendungen".

1. 7. XI. 1932:

   a) Einführung. Herr Matthias: Vorgeschichte. — Entwicklungstätten. — Mannigfaltigkeit der Ausführungsformen. — Überblick über die Einführung in Laboratorium und Praxis. —

   b) Physikalische und rechnerische Grundlagen. Herr Knoll: Die Bewegungsgesetze des Elektrons. — Die Erzeugung des Elektronenstrahls. — Ablenkmethoden. — Die Berechnung des Strahlengangs. — Die Physik der Aufnahmemethoden. — Energieausbeute. — Dimensionierungsrechnung mit Beispielen. — Abschirmung von Störfeldern. —

2. 14. XI. 1932:

   „Konstruktionsgesichtspunkte und Konstruktionselemente". Herr Knoblauch: Die Hauptteile des Kathodenstrahl-Oszillographen: Entladungsrohr (Glühkathode, kalte Kathode), Sperrkammer, Ablenkkammer, Aufnahmeteil (Innenaufnahme, Außenaufnahme mit Leuchtmassen oder durch Lenard-Fenster). — Konstruktive Durchbildung der Elemente. — Auswahl und Zusammenstellung derselben im Hinblick auf den Verwendungszweck. —

3. 21. XI. 1932:

   „Ausgeführte Kathodenstrahl-Oszillographen und ihre Hilfsapparate", (mit Vorführungen). Herr v. Borries: Braunsches Rohr. — Ältere Oszillographen mit Metallgehäuse (Dufour, Norinder, Rogowski, Gabor). — Glühkathodenoszillographen (auch kleine Oszillographen im Zusammenbau mit Zubehör). — Oszillographen mit kalter Kathode (Laboratoriumsgeräte sowie Betriebsgeräte für Versuche und Registrierungen in Hochspannungsanlagen. Mehrphasen-Oszillographen). — Erregerspannungsanlagen. — Netzanschlußgeräte. — Methoden und Hilfsmittel zur Strahlsperrung und Zeitablenkung (Kipprelais). — Vorführungen.

4. 28. XI. 1932:

   „Aufnahmetechnik und Wanderwellenuntersuchungen an Leitungen. Herr Elsner: Allgemeines über Aufnahmetechnik. —

Auswahl der Auslösemethode. — Auswahl der Strahlsperrung und Zeitablenkung. — Aufnahmeschaltungen. — Betriebs-Schutz- und Meßerdungen (Schwierigkeiten durch unzweckmäßige Erdungen). — Erste Wanderwellenaufnahme. — Aufnahme von Wanderwellen im Laboratorium. — Stoßversuche an Leitungen. — Überschläge an Isolatoren im Leitungszuge. — Wirkung von Blitzschutzapparaten. — Gewitteraufnahmen an Leitungen. —

5. 5. XII. 1932:

„Durchbruch von Luft- und Isolierstoffen". Herr Holzer: Ältere Durchbruchsversuche, Problemstellung beim Gasdurchschlag an Hand der Theorien von Townsend, Rogowski, Slepian, Loeb. — Methodik der Durchbruchsversuche. — Die Aufnahme des Luftdurchbruches im gleichförmigen und ungleichförmigen Feld und ihre wissenschaftliche Auswertung. — Problemstellung bei flüssigen und festen Isolierstoffen. — Durchbruchsversuche an Ölen und festen Stoffen und ihre Deutung. — Praktische Folgerungen. —

6. 12. XII. 1932:

„Weitere Verwendung technischer Kathodenstrahlröhren". Herr Ruska: Sonstige elektrotechnische Anwendungen des Kathodenstrahl-Oszillographen. — Seine Anwendung auf anderen als elektrischen Gebieten in Physik und Technik. — Die Verwendung der entwickelten Apparaturen zu anderen als Oszillographierzwecken, z. B. als Fernsehröhre oder Elektronenmikroskop. —

Zeit: Montag abends pünktlich 6½ ... 8 Uhr.

Ort: Großer Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule.

Teilnehmerkarten sind zu haben:

a) in der Technischen Hochschule, Zimmer Nr. 138;
b) im Elektrotechnischen Verein, Bln.-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II; Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins 6 RM
b) für deutsche Studenten . . . . 3 „
c) für andere Teilnehmer . . . . 10 „ .

Karten für einzelne Vorträge werden nicht abgegeben.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4. Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Die Normgruppe „Rundfunk" bei dem Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie E. V. gibt nachstehend einen Entwurf 1 zum Normblatt

DIN VDE 1519 „Rundfunkgerät. Anschlußstecker für Lautsprecher"

bekannt.

Einsprüche gegen diesen Entwurf sind in doppelter Ausfertigung bis zum 1. Dezember 1932 an die Geschäftsstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Kommission für Hochfrequenztechnik.

Noch nicht endgültig

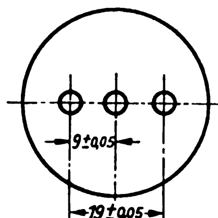
Rundfunkgerät

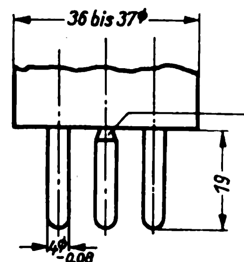
Anschlußstecker für Lautsprecher

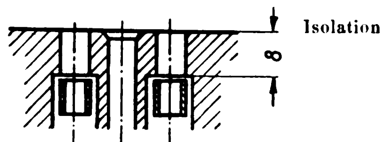
Elektrotechnik

DIN
Entwurf 1
VDE 1519

Maße in mm







Die äußeren Stifte sind federnd auszubilden, solange nicht Fassungsbuchsen mit federnden Kontakten allgemein eingeführt sind.

Der Mittelstift soll das Einführen des Lautsprechersteckers in Starkstrom-Steckdosen oder in die Buchsen zur Entnahme der Felderregung verhindern. Er soll leicht entfernbar sein (z. B. durch Abbrechen), um den Stecker auch bei Geräten verwenden zu können, bei denen keine Bohrung für den Mittelstift zwischen den eigentlichen Steckerbuchsen vorhanden ist.

Dieses Normblatt ersetzt den Zweifachstecker mit 19 mm Stiftabstand nach DIN VDE 1520, soweit er für Lautsprecher verwendet wurde.

Oktober 1932. Verband Deutscher Elektrotechniker E. V.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.



Betr.: Unberechtigte Benutzung der Buchstaben VDE auf elektrotechnischen Erzeugnissen.

Die VDE-Prüfstelle hatte im August d. J. gegen den Inhaber bzw. den Geschäftsführer der Firma Becker & Schröder, Schalksmühle i. W., Strafantrag wegen der unberechtigten Benutzung der Buchstaben VDE auf elektr. Bügeleisen gestellt.

Laut Mitteilung der zuständigen Staatsanwaltschaft ist auf Grund dieses Antrages der Kaufmann A. Schulz durch rechtskräftiges Urteil des Schöffengerichtes in Hagen vom 14. X. 1932 zu einer Geldstrafe verurteilt worden.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein des rhein.-westf. Ind.-Bez. Duisburg. 9. XI. 1932, abds. 7½ h, Gesellschaft „Casino", Dortmund: Filmvortrag H. Dreyer, „Island, Spitzbergen" (m. Damen).

Ostdeutscher Elektrotechn. Verein, Königsberg i. Pr. 7. XI. 1932, abds. 8h, Hörsaal des I. Phys. Inst. der Universität, Steindamm 6: Vortrag Prof. Dr.-Ing. I. Biermanns, „Die neuere Entwicklung der Hochleistungschalter".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 11. XI. 1932, abds. 8 h, Vortragsaal der SSW, Frauentorgraben 35: Vortrag Obering. Tamele, „El. Widerstandsheizung in der Industrie und ihre Bedeutung für die Stromlieferanten".

Elektrotechn. Verein des Berg. Landes, Wuppertal-Elberfeld. 9. XI. 1932, abends. 8h, „Saal der Technik", Alexanderstraße 18: Vortrag A. Dahl, „Ballonfahrten und Einrichtungen eines Ballons".

PERSÖNLICHES.

L. Dunkel †. — In Rosenheim verstarb am 19. X. 1932 nach kurzer schwerer Krankheit der seit 1. I. 1932 im Ruhestand befindliche Herr Direktor a. D. Dunkel des städtischen Elektrizitätswerkes Rosenheim. Das städt. Elektrizitätswerk schätzte in ihm einen ausgezeichneten Wirtschaftsführer und Werksleiter von weitschauendem Blick. Sein Andenken wird stets in hohen Ehren gehalten werden.

F. Dietzel. — Herr Fritz Dietzel wurde von der Industrie- und Handelskammer zu Halle a. d. S. als Sachverständiger zur Feststellung der Beschaffenheit von Bedarfsgegenständen der Elektrotechnik vereidigt.

LITERATUR.

Besprechungen.

Jahrbuch der Verkehrsdirektion der BEWAG 1931. Herausg. v. d. Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG., Berlin. Veröffentl. der BEWAG Reihe 11, Bd. 12. 1932. Mit 90 Abb., VII u. 138 S. in 8°. Nicht im Buchhandel.

Der im vorigen Jahrbuch zum ersten Male seit dem Bestehen der Berliner Elektrizitätsversorgung festgestellte Rückgang des Stromabsatzes hat sich im Jahre 1931 infolge der weiteren Verschlechterung der allgemeinen Wirtschaftslage noch verschärft, denn waren die verkauften Kilowattstunden 1930 gegen 1929 von 1,324 auf 1,291 Mrd, also um 2,5 % gefallen, so sanken sie 1930/31 von 1,291 auf 1,214 Mrd, also um 6,1 %.

Die feste Bindung bezüglich der Stromabnahme von der Elektrowerke AG. hatte zur Folge, daß sich die Minderung des Stromabsatzes besonders in der Eigenerzeugung der BEWAG auswirkte.

Die Erzeugung in den eigenen Werken fiel von 1,056 Mrd kWh 1930 auf 0,947 Mrd kWh 1931, während der Fernbezug anstieg von 0,441 Mrd kWh 1930 auf 0,476 Mrd kWh 1931.

Da der Zwang zur Sparsamkeit die Abnehmerschaft auch zu einer Einschränkung ihres Lichtverbrauches veranlaßte, trat ein Sinken der Spitzenbelastung ein. Der gleichzeitige Höchstverbrauch der Eigenerzeugung (ausschließlich der Batterien und Speicherturbinen), der 1929 noch 433 200 kW betragen hatte, sank 1930 auf 425 100 kW und 1931 auf 372 100 kW herab.

Diese Tatsache, daß die höchste Ausnutzung der Werke bereits erheblich hinter der Hauptbelastung des Jahres 1929 zurückgeblieben ist, läßt klar erkennen, daß dem „Spitzenproblem" heute nicht mehr die Bedeutung wie bis zum Jahre 1929 zukommt, zumal der Ausbau der Werke schon vor 1929 unter der Annahme einer stetigen Leistungszunahme in die Wege geleitet war.

Das Zurücktreten der Wichtigkeit des Spitzenproblems macht eine grundsätzliche Änderung in den „Werbemethoden" erforderlich. Galt es früher, hauptsächlich den Absatz von „spitzenfreiem" Strom zu fördern, so ist die Hauptaufgabe der Werbung jetzt darin zu erblicken, in erster Linie den durch Stillegungen und Kurzarbeiten in Gewerbe und Industrie verursachten Stromabfall durch Absatzsteigerung auf anderen, möglichst krisenfesten Gebieten auszugleichen. Die Elektrisierung der Haushaltungen im besonderen durch Einführung größere Strommengen verbrauchender Elektrowärmegeräte kommt hierfür vor allem in Betracht. Die BEWAG hat daher im verflossenen Jahre ihre Werbetätigkeit hauptsächlich auf die Heißwasserspeicher und die elektrischen Herde ausgedehnt und auch die Kühlschränke berücksichtigt.

Für die Einführung der elektrischen Herde ist aber ein weit günstigerer Haushalttarif, als ihn die BEWAG bisher durch ihren allgemeinen Grundgebührentarif I den Berliner Hausfrauen bietet, erste Voraussetzung. Leider ist es in dem Berichtsjahre noch nicht gelungen, einen solchen Haushalttarif einzuführen. Als Ersatz hat die BEWAG jedoch vorläufig in ihrem neuen Tarif V bestimmt, daß bis zur Einführung eines allgemein gültigen Haushalttarifs die elektrische Energie für Kochherde zu einem Preise von 10 Pf/kWh bezogen werden kann, wenn sie durch eine besondere Zuleitung erfolgt und gesondert gezählt wird. Heißwasserbereiter, Brat- und sonstige Einrichtungen, die zur Ergänzung des Elektroherdes dienen, sowie eine elektrische Küchenheizung können an diese Leitung angeschlossen und gleichfalls zum Strompreise von 10 Pf/kWh bezogen werden[1]. Da jedoch ein Mindestverbrauch von 100 kWh in drei aufeinanderfolgenden Monaten insgesamt aus dieser Sonderleitung entnommen werden muß, werden nur solche Hausfrauen von diesem Tarife Gebrauch machen können, welche keine anderen Kochgelegenheiten neben dem Elektroherde benutzen.

Eine ausführliche, mit zahlreichen Bildern ausgestattete Beschreibung gibt das Jahrbuch in Abschnitt IV „Besondere Anwendungen" von der vollelektrisch eingerichteten Siedlung, welche die „Heimat, gemeinnützige Bau- und Siedlungs-AG." in Steglitz mit 866 Wohnungen errichtet hat. Aus Raummangel kann an dieser Stelle auf die sehr interessanten Einzelheiten nicht eingegangen werden. Ihr eingehendes Studium sei aber den Kreisen der Architekten, Haus- und Grundbesitzer- und Hausfrauen-Vereine dringend empfohlen.

Von weiteren im Jahre 1931 vorgenommenen Tarifänderungen seien noch kurz erwähnt: Die Herabsetzung des Festpreistarifs II von 50 Pf auf 40 Pf; eine Verbilligung des Nachtstromtarifs III von 6 Pf auf 5 Pf/kWh, für den Verbrauch über 300 kWh im Monat 4 Pf/kWh; auch der Grundgebührentarif für Gewerbe-Kraftanlagen IV ist durch die Ausdehnung der Arbeitspreisstaffeln bis herab auf 10 Pf/kWh und dadurch, daß eine einheitlichere Bewertung der Motoren und Geräte die Grundgebühr in ihrer Auswirkung im Mittel um etwa 20 % gesenkt hat, nicht unwesentlich verbilligt worden. Neu geschaffen sind noch zwei Tarife VI und VII für die Abgabe von Reklamestrom außerhalb der Sperrstunden und für Reserve- und Teillieferungen.

Hoffentlich gelingt es der BEWAG, bald eine gründliche allgemeine Umgestaltung ihres gesamten Tarifwesens durchzusetzen, bei welcher im besonderen der jetzige Haupttarif I „Allgemeiner Grundgebührentarif" durch einen wesentlich einfacheren ersetzt wird. Erste Forderung für ihn wäre, daß er jede Willkür der Angestellten des Werkes und eine „Spionage" in den Anlagen des Abnehmers bei der Feststellung der Grundgebühr oder deren Ersatz ausschließt. B. Thierbach.

Rundfunktechnisches Handbuch. Nachtrag zum I. Teil. Von Prof. Dr. H. Wigge. Mit 163 Abb. u. Tabellen u. 151 S. in 8°. Verlag M. Krayn, Berlin 1930. Preis geh. 5 RM.

Der erste Teil des Buches ist 1925 erschienen und seinerzeit hier besprochen worden (ETZ 1926 H. 39). Der Nachtrag faßt die wichtigsten Ergebnisse der wissenschaftlichen und technischen Entwicklung auf dem Rundfunkgebiet der letzten Jahre in 6 Kapiteln zusammen. Wir finden hier die Netzanschlußgeräte, Widerstandsverstärker, Kraftverstärker, die elektrische Schallplattenwiedergabe und verschiedene akustische Fragen in knapper und trotzdem verständlicher Form behandelt. Auch der rechnerischen Behandlung der Verstärkerfragen, vor allem bei Widerstandsverstärkern, sind einige Abschnitte des Werkes gewidmet und dieses mit Recht, da ein moderner Amateur nicht nur herumprobieren, sondern auch seine Probleme rechnerisch angreifen will. Das Buch enthält auch eine Reihe von Tabellen über Röhren, Transformatoren usw., die für den Bau von Geräten von großem Wert sind.

Von dem Nachtrag kann das gleiche gesagt werden, was seinerzeit vom Hauptwerk ausgesprochen wurde. Er kann nicht nur dem Funkliebhaber bestens empfohlen werden, sondern auch jedem, der mit der Konstruktion von Funkapparaten und Zubehör beruflich zu tun hat. L. Pungs.

Televisione, Radiovisione. Von Ing. A. Castellani. 2. Aufl. Mit 202 Abb., 15 Taf., XI u. 326 S. in gr. 8°. Verlag Ulrico Hoepli, Milano 1932. Preis geh. 28 L.

Das vorliegende Buch stellt eine eingehende und gute Zusammenstellung der auf dem Gebiet des Fernsehens bereits geleisteten Arbeit dar. In den einzelnen Kapiteln werden behandelt: Grundgedanken des Fernsehens, Photozellen, Lichtrelais, Zerlegeeinrichtungen, Gleichlaufvorrichtungen. Der dritte Teil bringt Fernsehsender und

[1] Von der ersten Zählerablesung im August 1932 ab ist der Preis von 10 auf 8 Pf ermäßigt worden; auch ist es gestattet, elektrische Kühlschränke an die Kochleitung anzuschließen. Ferner ist mit Wirkung vom 1. VII. 32 ab ein neuer Tarif „VIII" für die Abgabe von Strom für Wärmezwecke an gewerbliche Abnehmer eingeführt worden. Auf diesen für die Gewerbe wichtigen und wertvollen Tarif werden wir noch gesondert zurückkommen. D. S.

Fernsehempfänger von der konstruktiven Seite, an den sich ein Kapitel über besondere Ausführungen wie Glühlampentableau, stereoskopisches Fernsehen, Fernsehen mittels unsichtbarer Strahlen, Liniensteuerung von Thun anschließt. Im letzten Teil werden ausführliche Angaben zur Selbstherstellung von Fernsehempfängern gemacht.

Die Auswahl des verarbeiteten Stoffs ist geschickt vorgenommen, es sind die wichtigsten Arbeiten erfaßt und gut verarbeitet, doch hat der Verfasser es leider versäumt, die Quellen, aus denen er seine Kenntnisse geschöpft hat, anzugeben. Es ist z. B. ein größerer Teil deutschen Veröffentlichungen entnommen, ohne daß diese Herkunft angegeben wird.

Auf Seite 192 ist in Formel 47' ein Fehler aus der Arbeit von Möller, Fernsehen II. 1931, Seite 83, übernommen worden. F. Banneitz.

Theorie der physikalischen Dimensionen. Ähnlichkeitsbetrachtungen i. d. Physik. Von Prof. P. W. Bridgman. Deutsche Ausg., herausg. v. Dipl.-Ing. H. Holl. Mit VI u. 177 S. in 8°. Verlag B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1932. Preis geb. 6,80 RM.

H. Holl hat das kürzlich in 2. Auflage erschienene Büchlein Bridgmans über „Dimensional analysis" in ausgezeichneter Weise ins Deutsche übersetzt. Es ist ja bekannt, daß in der Theorie der Dimensionen erhebliche gedankliche Schwierigkeiten stecken; es ist daher sehr erfreulich, daß der deutsche Leser beim Studium des Bridgmanschen Werkchens nun wenigstens keine sprachlichen Hindernisse mehr zu überwinden hat. Bridgman geht keiner einzigen der auf diesem Gebiete zahlreichen Zweifelsfragen aus dem Wege; wenn trotzdem ein angenehm, ja leicht lesbares Buch entstanden ist, so ist dies der Kunst lebhafter, anschaulicher Darstellung zu verdanken, über die Bridgman in hervorragendem Maße verfügt. Der Verfasser steht auf dem Standpunkt, daß es keine andere Art von Gleichungen gebe als Zahlenwertgleichungen; er verficht diese Auffassung mit großer Entschiedenheit und großer Gewandtheit. Besonders in Deutschland gibt es viele, die seinen Standpunkt nicht teilen; auch sie aber werden sein Buch begrüßen, schon deshalb, weil es, ehrlich und klar, wie es geschrieben ist, nicht nur die Vorzüge, sondern (wider den Willen des Verfassers) auch die Schwächen seiner Beweisführung erkennen läßt. Das Gebäude, das er baut, ist in sich wohlverankert; aber es findet seinen Zusammenhalt durch ein Klammerwerk künstlicher Voraussetzungen. Die Gegner, die er als die Vertreter der „landläufigen" Ansicht bezeichnet, sind keineswegs Freunde „mystischer" oder „esoterischer" Spekulationen; sie sind der nüchternen Ansicht, daß Bridgman sich seine Beweisführung durch die Wahl seiner Grundvoraussetzungen unnötig schwer macht und daß den Sätzen und Verfahren der Dimensionslehre eine wesentlich allgemeinere Bedeutung zukommt als es nach seiner Darstellung der Fall zu sein scheint. J. Wallot.

The Selenium Cell, its properties and applications. Von G. P. Barnard. Mit 258 Abb. i. Text, XXIX u. 331 S. in gr. 8°. Verlag Constable & Company Ltd., London 1930. Preis geb. 35 s.

In dem vorliegenden, gut ausgestatteten Buche wird eine gute und vollständige Übersicht über die Eigenschaften und Anwendungsgebiete des Selens gegeben. Neben den beiden ersten Kapiteln, die die Entdeckung, die chemischen Eigenschaften des Selens, ferner die Konstruktion von Selenzellen behandeln, wird besonders im 3. u. 4. Kapitel auf das Verhalten des Selens eingegangen. Es wird z. B. besprochen: Reflexions- und Absorptionsvermögen, elastische Eigenschaften, Änderung des Widerstandes mit der angelegten Spannung und der Temperatur. Ferner wird behandelt: Zusammenhang zwischen Lichtintensität und Leitfähigkeit von Selenzellen, Verzögerungseffekt bei wechselnder Belichtung, die spektrale Lichtempfindlichkeit auch bei unsichtbaren Strahlen. Im 5. Kapitel bespricht der Verfasser theoretische Arbeiten über die Einwirkung des Lichtes auf das Verhalten von Selen. Der 2. Abschnitt des Buches ist der technischen Anwendung der Selenzellen gewidmet. Kapitel 6 behandelt die Verwendung des Selens als Lichtrelais, Kapitel 7 die Verwendung des Selens in der objektiven Photometrie. In den beiden letzten Kapiteln wird die Anwendung der Selenzelle in der Lichttelephonie, im Tonfilm und in Fernsehapparaturen besprochen. Jedem Kapitel ist eine umfangreiche, mit großer Sorgfalt zusammengestellte Literaturangabe beigefügt, so daß sowohl der Fachmann als auch der, der sich in dieses Gebiet einarbeiten will, an dem vorliegenden Buche eine wertvolle Unterstützung findet. E. Spiller.

Über die Dauerbiegefestigkeit einiger Eisenwerkstoffe und ihre Beeinflussung durch Temperatur und Kerbwirkung. Von Dr.-Ing. E. Kaufmann. Mit 71 Textabb. u. 89 S. in 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis kart. 9 RM.

Nach einer einleitenden Betrachtung über die Festigkeitseigenschaften des Eisens unter Berücksichtigung der verschiedenen mechanischen Beanspruchungen und der Form des Werkstückes (Einkerbung) sowie ihrer Abhängigkeit von der Temperatur wird die Dauerbiegemaschine beschrieben, mit der der Verfasser seine Versuche vorgenommen hat. Die Ergebnisse der Versuche über Dämpfungs- und Ermüdungseigenschaften sowie Kerbempfindlichkeit dreier Stähle und eines Gußeisens von Raumtemperatur bis etwa 800 °C werden eingehend an der Hand von Diagrammen und Tabellen besprochen. Wichtig sind hierbei die Zusammenhänge zwischen der Dauerbiegefestigkeit und dem Beginn der Ermüdungsvorgänge, weiter vor allen Dingen aber auch für die Praxis die Kerbfestigkeit. Ein umfangreiches Verzeichnis des bearbeiteten Schrifttums (über 70 verschiedene Literaturstellen) zeugt von der Gründlichkeit, mit der der Verfasser die Untersuchungen vorgenommen hat. Derartige Forschungen auf dem Gebiete der dynamischen Werkstoffprüfung sind bei den heutigen hohen Anforderungen, die der Konstrukteur an die Baustoffe z. B. bei den schnelllaufenden Flugzeugmotoren stellen muß, von großer Wichtigkeit. Ihre Veröffentlichung kann von den interessierten Kreisen nur begrüßt werden. Witt.

Funktionentheorie und ihre Anwendung in der Technik. Herausg. v. R. Rothe, F. Ollendorff, K. Pohlhausen. (Vorträge von Rothe, Schottky, Pohlhausen, Weber, Ollendorff u. Noether, veranstaltet durch d. Außeninstit. d. T. H. Berlin in Gemeinsch. m. d. El. Verein E. V., Berlin.) Mit 108 Textabb., VII u. 173 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geb. 16 RM.

Den ersten Teil des Buches (75 S.) bildet eine von R. Rothe verfaßte Einführung in die Funktionentheorie. Die Darstellung ist so klar, daß sich auch der mathematisch weniger vorgebildete Leser die für das Studium des zweiten Teiles erforderlichen Grundlagen aneignen kann. Im letzten Abschnitt wird u. a. auch auf die Zusammenhänge der Heavisideschen Operatorenrechnung mit der Funktionentheorie hingewiesen. Der zweite Teil des Buches umfaßt fünf Vorträge, die die praktischen Anwendungen der Funktionentheorie auf verschiedenen technischen Gebieten zum Gegenstande haben. Der Vortrag von W. Schottky behandelt den Aufbau elektrischer und magnetischer Felder aus Quellinienpotentialen mit interessanten Beispielen aus der Verstärkerröhrentechnik (Gitterpotential, Berechnung des Durchgriffes und des Röhrenfeldes). K. Pohlhausen zeigt die Behandlung zweidimensionaler Strömungsfelder mit Anwendungen in der Hydro- und Aerodynamik. Von besonderem Interesse für den Elektrotechniker ist der Vortrag von E. Weber über die Feldausbildung an Kanten, in dem u. a. die Bestimmung des Kraftlinienverlaufes an den Polen und in den Nuten elektrischer Maschinen gezeigt wird. Der Vortrag von F. Ollendorff über die komplexe Behandlung elektrischer und thermischer Ausgleichsvorgänge zeigt in besonders eindrucksvoller Weise die Schönheit der mathematischen Behandlung eines schwierigen technischen Problems. Dieser Vortrag setzt allerdings schon eine vollkommene Beherrschung des mathematischen Apparates voraus. Der letzte Aufsatz von F. Noether behandelt die Ausbreitung elektrischer Wellen über der Erde.

Es ist sehr zu begrüßen, daß die auf einem hohen Niveau stehenden Vorträge durch ihre Veröffentlichung in Buchform weiteren Kreisen zugänglich gemacht werden. Das Studium dieser Vorträge ist allen wissenschaftlich interessierten Ingenieuren auf das wärmste zu empfehlen. Kafka.

Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Eine Einführung von Dipl.-Ing. F. Seufert. 6., verbess. Aufl. Mit 105 Abb. im Text u. auf 2 Tafeln, V und 145 S. in 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1930. Preis kart. 4,80 RM.

Das Buch ist nach dem Vorwort des Verfassers in erster Linie für den Lernenden geschrieben worden. Es enthält etwa den Lehrstoff, wie er an den höheren Maschinenbauschulen verarbeitet wird. Für diesen Zweck ist das Buch gut zusammengestellt worden. Die vorliegende 6. Auflage hat einige Verbesserungen erfahren. Die neue Einteilung der Abschnitte kommt dem Ganzen sehr zu

statten. Die Bezeichnung „Gleichdruckmaschine“ fiel zugunsten der internationalen „Dieselmaschine“. Die Abschnitte „Vergasermaschinen“ und „Kompressorlose Dieselmaschinen“ wurden der Bedeutung beider Maschinengattungen entsprechend erweitert und mit neuen Abbildungen bekannter Ausführungen versehen. Bei den Zündungen erscheint erstmalig der Bosch-Anlasser. Ganz neu ist ein Abschnitt über Abwärmeverwertung und Leistungssteigerung. B. Christinck.

Um die Zukunft der technischen Fachpresse. Von Dr.-Ing. K. Schulz. Mit VI u. 154 S. in 8⁰. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1931. Preis geh. 5 RM, f. VDI-Mitgl. 4,50 RM.

In der ersten Hälfte des Buches hat der Verfasser die Entwicklungslinien der technischen Berichterstattung klargelegt und hiermit eine gute historische Arbeit geleistet, die den Stoff nicht nur ordnet, sondern auch kritisch wertet. Der zweite Teil befaßt sich mit dem Reorganisationsstreben nach dem Kriege und den offenbar gewordenen Unzulänglichkeiten der technischen Presse. Der Verfasser erörtert die mannigfachen Vorschläge zur Neugestaltung des Berichtswesens; er glaubt indessen, daß die Form der technischen Zeitschrift an sich den Forderungen zu genügen vermag. Die Gefahren durch das Übermaß des Druckstoffes, die vielfach vorliegende Verquickung von Anzeigen- und Textteil u. a. werden besprochen und weiter positive Hinweise für eine wirksame Ausgestaltung der technischen Berichterstattung gegeben. Das Buch ist eine kluge, sorgfältige Arbeit, die allgemeines Interesse verdient. G. H. Winkler.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[1]. — Die Ausfuhr war im Mai 1932 mit 17,158 Mill RM[2] um 20,863 Mill RM (55 %) geringer als im gleichen Monat des Vorjahres (38,021 Mill RM), eine Abnahme, die sich besonders bei Wechselstromgeneratoren (87 389 RM gegen 2,824 Mill RM), Batterien (1,099 gegen 2,291 Mill RM), Elektromotoren (0,528 gegen 1,557 Mill RM), Kühlvorrichtungen für den Haushalt (1,632 gegen 4,205 Mill RM) und Radiogerät (3,696 gegen 7,493 Mill RM) bemerkbar machte. Gestiegen ist dagegen u. a. der Export elektrischer Lokomotiven von 0,168 auf 1,096 Mill RM. Für den Juni 1932 ergibt die vorläufige Statistik einen Ausfuhrwert von 15,491 Mill RM, d. s. 18,706 Mill RM (55 %) weniger als im Juni 1931 (34,197 Mill RM). Auch in diesem Monat ist der Export von Batterien (1,033 gegen 1,625 Mill RM), Motoren, Kühlschränken, Radioapparaten (3,889 gegen 6,641 Mill RM) gegenüber dem Juni 1931 merklich gesunken, ebenso der Versand größerer Schalter, Schalttafeln, sodann von Lokomotiven (66 003 RM gegen 0,955 Mill RM), Installationsmaterial und Porzellanteilen. Als wertliches Resultat des abgelaufenen ersten Halbjahres sind vorläufig 110,348 Mill RM bzw. ein Rückgang des Elektroexports um 99,289 Mill RM (47 %) gegen die entsprechende Zeit des Vorjahres (209,637 Mill RM) zu buchen. *fm.*

Englands elektrotechnischer Außenhandel[3]. — Für den Juni 1932 wird eine Einfuhr im Betrage von 3,856 Mill RM[4] gemeldet, darunter 1,396 Mill RM auf Seite der Maschinen. Diese Summe übersteigt den Import des Mai um 0,627 Mill RM, war aber um 3,852 Mill RM schwächer als im Parallelmonat von 1931. Die Zunahme gegenüber dem Vormonat betraf alle statistisch erfaßten Erzeugnisse und betrug bei Maschinen 0,150 Mill RM; auch der Rückgang, den der Vergleich mit dem Juni 1931 ergibt, erstreckte sich auf sämtliche Waren mit Ausnahme von Bogenlampen und erreichte bei Maschinen 0,517, bei isoliertem Leitungsmaterial 0,650 und bei Schwachstromapparaten 0,761 Mill RM. Die Ausfuhr stellte sich im Berichtsmonat auf 11,878 Mill RM, wovon 4,964 Mill RM für Maschinen zu rechnen sind. Gegen den Mai bedeutet das eine Erhöhung um 0,551, gegen den Juni 1931 eine Minderung um 0,731 Mill RM; an ersterer waren besonders Schwachstromvorrichtungen mit 0,205 und nicht spezifizierte Maschinen mit 0,443 Mill RM, an letzterer nicht näher bezeichnete Waren mit 0,748, Telegraphen und Fernsprecher mit 0,564 Mill RM beteiligt. Während des abgelaufenen ersten Halbjahres hat sich der englische Elektroaußenhandel einfuhrseitig um 21,539, ausfuhrseitig um 22,171 Mill RM gegen die Parallelperiode von 1931 verringert. Der Juli 1932 zeigt einen Import von 4,384 Mill RM, 1,508 entfielen davon auf Maschinen; gegenüber dem Vormonat ist somit eine Steigerung um 0,528 Mill RM festzustellen, die, abgesehen von isoliertem Leitungsmaterial und Batterien, wiederum sämtliche Fabrikate betraf, und im Vergleich zum Juli 1931 eine Senkung um 4,222 Mill RM, an der u. a. nicht spezifizierte Waren mit 0,944 Mill RM beteiligt waren. Die Ausfuhr erwies sich mit 10,802 Mill RM (4,569 für Maschinen) als um 1,076 Mill RM kleiner, wenn man sie mit der des Juni vergleicht, u. zw. im Maschinenexport um 0,395 Mill RM; hinter der entsprechenden Ausfuhr des Vorjahres ist sie um 3,991 Mill RM zurückgeblieben, besonders beträchtlich bei nicht näher bezeichneten Waren (um 0,922), Schwachstromapparaten (um 0,812) und Unterseekabeln (um 0,754 Mill RM). *fm.*

Ceylons Elektroeinfuhr 1931. — Die elektrotechnische Einfuhr der Insel Ceylon war im Jahre 1931 nur etwa halb so groß wie 1930 und belief sich auf 2,95 Mill RM[1]. Außerordentlich stark war der Rückgang bei Stromerzeugungsmaschinen, Transformatoren und elektrischen Drähten und Kabeln. Dagegen konnte sich die Einfuhr von Elektromotoren gegenüber dem Jahre 1930 noch unwesentlich erhöhen. Für Drähte und Kabel, Telegraphen- und Fernsprecheinrichtungen, verschiedene elektrische Geräte und starkstromtechnische Maschinen war Großbritannien das bei weitem wichtigste Lieferland. Von der Einfuhr von Rundfunkgeräten stellte Großbritannien rd. 40 %, Deutschland fast ein Drittel. Verhältnismäßig hoch war auch der deutsche Anteil bei der Einfuhr von Schalt- und Installationseinrichtungen sowie sonstigem Beleuchtungszubehör. Er betrug fast 16 % dieser Erzeugnisgruppe und konnte sich gegenüber 1930 fast verdoppeln.

Ceylons Elektroeinfuhr in Reichsmark.

Erzeugnisgruppe	1931	Veränderung gegenüber dem Vorjahr
Isolierte Drähte und Kabel	599 391	— 647 548
Kontroll- und Schaltgeräte	147 368	— 21 255
Radiogeräte	116 194	} — 212 388
Andere Telegraphen- und Fernsprechgeräte	229 716	
Beleuchtungszubehör und Installationsmaterial	762 346	— 201 214
Nicht näher bezeichnete elektrische Geräte	378 339	— 828 277
Transformatoren und Umformer	38 826	— 169 473
Generatoren, Dynamos usw.	153 036	— 150 202
Motoren	141 700	+ 1 417
Nicht näher bezeichnete elektrische Maschinen	381 173	— 626 314

(Electrical Review Bd. 111 S. 293.) *A. Fr.*

Litauens Elektroaußenhandel und Elektroindustrie 1931. — Der Rückgang der litauischen elektrotechnischen Einfuhr war im Jahre 1931 mengen- und wertmäßig verhältnismäßig gering. Die Zahl der elektrotechnischen Fabrikations- und Installationsfirmen hat sich von 5 auf 7 erhöht, während die Arbeiterzahl (46) unverändert blieb. Insgesamt wurden 1931: 61 Personen beschäftigt. Das größte litauische Unternehmen dieser Art zählte 16 Beschäftigte.

Elektrotechnische Betriebe Litauens 1929 ... 1931.

Jahr	Zahl der Betriebe	Zahl der Arbeiter
1929	5	56
1930	5	46
1931	7	46

Litauens elektrotechnischer Außenhandel in 1000 RM[2].

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr	
	t	1000 RM	t	1000 RM
1928	441	790	112	82
1929	562	1 230	12	44
1930	551	1 370	15	28
1931	488	1 254	2	7

Der Anteil Deutschlands an der Elektroeinfuhr Litauens belief sich 1931 auf 70,5 % (Lietuvos Statistikos Metraštis, Jahrgang 1931, Kaunas 1932, S. 127 und S. 190/91). *A. Fr.*

[1] Durchschnittsumrechnungskurs für 1 RM = 0,71 Rupie.
[2] Im Jahre 1931 im Durchschnitt 1 RM = 2,36 Lit.

[1] Electr. Wld., N. Y., Bd. 100, S. 166, 263. Vgl. ETZ 1931, S. 1132; 1240; 1932, S. 736.
[2] 1 RM = 0,24 $.
[3] Electr. Rev., Lond., Bd. 111, S. 124, 258. Vgl. ETZ 1931, S. 1016; 1240; 1932, S. 807.
[4] 1 RM = rd. 0,07 £.

Abschluß des Heftes: 28. Oktober 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Leistungsfaktorreglung für Synchronmotoren und für Parallelbetrieb von Industriezentralen mit Ueberlandwerken.

Mitteilung der AEG.

In vielen Industriezentralen, die mit Großkraftwerken parallel arbeiten, wird für Bezug oder Lieferung von elektrischer Leistung oft ein bestimmter Leistungsfaktor aus tariflichen Gründen vorgeschrieben. Bei Hand- bzw. selbsttätiger Spannungsreglung wird die Einhaltung des Leistungsfaktors besonders schwierig dadurch, daß die Überlandwerke die Netzspannung wegen ihres Spannungsfahrplanes oft ändern. Damit diese Industriewerke den vereinbarten Leistungsfaktor unabhängig von der Netzspannung und der Werkbelastung einhalten können, wurde von der AEG bereits mehrfach ein Leistungsfaktorregler nach dem Tirrillprinzip eingebaut. Besonders wertvoll ist diese Reglung für Zentralen mit Gegendruck - Dampfturbinen im Parallelbetrieb mit Überlandnetzen.

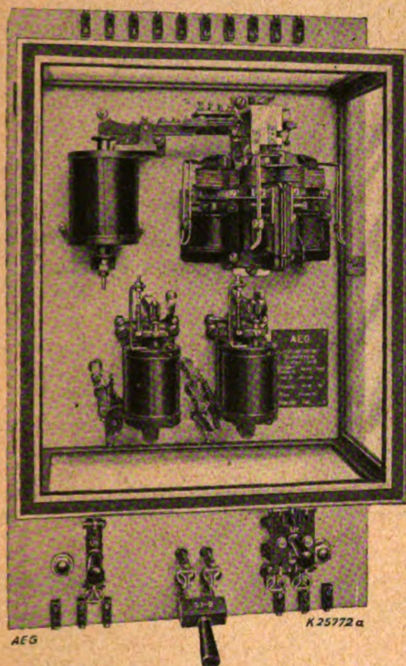


Abb. 1. Leistungsfaktorregler.

Der AEG-Leistungsfaktorregler unterscheidet sich von dem bekannten AEG-Spannungschnellregler dadurch, daß die Netzspannungspule durch ein System ersetzt ist, das nur vom Blindstrom beeinflußt wird. Ein Induktionsmotor, dessen drei Triebsysteme mit je einer Spannung- und zwei Stromspulen auf eine Aluminiumscheibe wirken, verstellt über Schnecke und Schneckenrad den Hauptkontakt des Netzhebels in gleicher Weise wie beim Spannungsregler. Da zu jeder Lage des Netzhebels eine bestimmte Erregerspannung gehört, wird also auch beim Leistungsfaktorregler jede Änderungstendenz des Leistungsfaktors die Erregung verändern. Strom- und Spannungspulen werden an vorhandene Wandler derart angeschlossen, daß der Induktionsmotor nur vom Blindstrom beeinflußt wird. Strom- und Spannungsänderungen haben keinen praktischen Einfluß auf den Leistungsfaktorregler, sondern nur die Lage der Strom- und Spannungsvektoren zueinander. Die Über- bzw. Untererregung wird durch einstellbare Anschläge begrenzt.

Der AEG-Leistungsfaktorregler ist bereits in Anpassung an verschiedene Betriebsverhältnisse eingebaut worden. In der einfachsten Form wurde die Erregung eines Synchronmotors beeinflußt, der in einem Industriewerk zum Antrieb der Maschinen diente und an ein Überlandnetz angeschlossen war. Um die günstigste Verrechnung der verbrauchten Leistung zu erzielen, mußte der Leistungsfaktor stets den gleichen, einmal festgelegten Wert behalten. Diese Gleichmäßigkeit wurde durch den Leistungsfaktorregler erreicht.

Wesentlich schwieriger lagen die Verhältnisse bei dem Parallelbetrieb zwischen einem Industriekraftwerk und einer Überlandzentrale, da neben der Konstanthaltung des Leistungsfaktors die Betriebsicherheit des Industriewerkes beim Abschalten des Überlandnetzes eine große Rolle spielte. Es konnte dann der Fall eintreten, daß das Industriewerk beim Abschalten ohne Spannungsreglung war und der Werksbetrieb gestört würde. Um das zu verhüten, wurde der Leistungsfaktorregler mit einem Spannungschnellregler in Reihe geschaltet. Beim Parallelbetrieb der beiden Zentralen hält der Leistungsfaktorregler den Leistungsfaktor konstant und der Spannungsregler ist außer Betrieb. Schaltet aus irgendeinem Grunde das Überlandnetz ab, dann übernimmt der Spannungsregler die Reglung und verhindert, daß durch große Spannungsänderungen der eigene Werksbetrieb gefährdet wird. Der Maschinist ist in diesen Fällen allein mit der Beobachtung der Antriebsverhältnisse beschäftigt und hat keine Zeit, sich um den elektrischen Teil zu kümmern.

Die selbsttätige Umschaltung von Leistungsfaktor- auf Spannungsreglung oder umgekehrt wurde dadurch erreicht, daß der nicht im Betrieb befindliche Regler elektrisch gesperrt wurde. Während der Leistungsfaktorreglung ist ein zusätzlicher Vorwiderstand im Netzspannungskreis des Spannungsreglers eingeschaltet, wodurch der Gleichgewichtzustand dieses Reglers gestört ist und die Hauptkontakte, die mit denen des Leistungsfaktorreglers in Reihe geschaltet sind, geschlossen sind. Das zugehörige Differentialrelais, das den Nebenschlußregulator der zugehörigen Erregermaschine periodisch kurzschließt bzw. öffnet, wird in diesem Falle von dem Hauptsystem des Leistungsfaktorreglers gesteuert. Fällt jetzt der Verbindungschalter zum Überlandnetz heraus, dann werden durch ein Hilfskontaktpaar auf der Schalterwelle die Hauptkontakte des Leistungsfaktorreglers überbrückt, d. h. dieser wird außer Betrieb gesetzt und durch ein zweites Kontaktpaar der oben erwähnte Vorwiderstand kurzgeschlossen. Der Spannungsregler übernimmt dadurch die Reglung und hält die Werkspannung konstant.

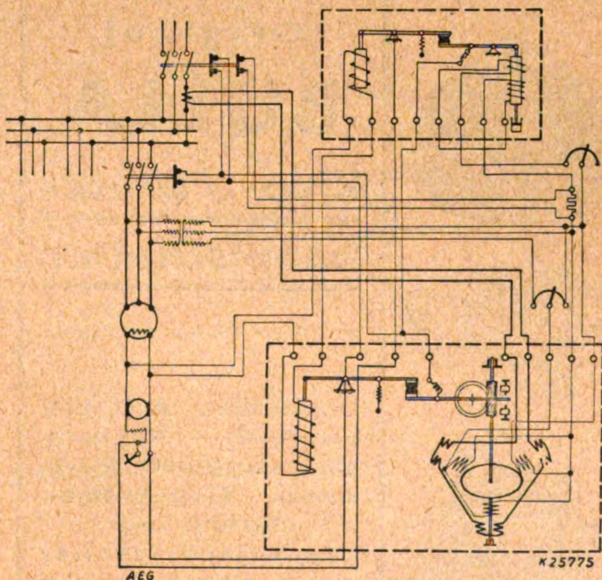


Abb. 2. Vereinigte Leistungsfaktor- und Spannungsreglung.

Die gleiche Anordnung findet auch Verwendung für Spitzenkraftwerke, die bei Störungen und Trennung vom Hauptwerk die Versorgung eines Eigennetzes übernehmen müssen.

Diese vereinigte Leistungsfaktor- und Spannungsreglung ist in der Bedienung einfach und gewährleistet die Einhaltung des vereinbarten Leistungsfaktors, ohne die Betriebsicherheit des Industriewerkes beim Ausschalten des Fernschalters zu gefährden.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang — Berlin, 10. November 1932 — Heft 45

VDE-Mitgliedsbeitrag für 1933.

Persönlicher Beitrag ermäßigt von RM 30.– auf RM 24.–.

Nachdem die zum Verbande gehörenden Elektrotechnischen Vereine und Gesellschaften dem Münchener Ausschußbeschlusse betr. persönlichen Mitgliedsbeitrag und Vereinsanteile zugestimmt haben, gelten für 1933 die nachstehenden Beiträge:

A. Für alle persönlichen Mitglieder ermäßigt von 30 RM auf . . . . 24 RM
B. Für Jungmitglieder . . . . . . 15 „
C. Für körperschaftliche Mitglieder:
1. Behörden, Schulen, wissenschaftliche Vereine usw. . . . . 36 „
2. Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatl. Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften, Gesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften usw., die beschäftigen:

a) bis 50 Angestellte und Arbeiter . . 50 RM
b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter . . . . 75 „
c) von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter . . . . 120 „
d) von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter . . . . 150 „
e) von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter . . . . 300 „
f) über 1000 Angestellte und Arbeiter auf Anfrage.

Verbandsmitglieder, die **keinem Ortsverein** angehören, zahlen ihre Beiträge über unser **Postscheckkonto Berlin 213 12**, während alle **übrigen** Mitglieder die Beiträge an den **Verein abführen, dem sie als Mitglied angehören**, und zwar an dessen untenstehend angegebenes **Postscheckkonto** oder Bankkonto.

Wir weisen die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins in Berlin besonders darauf hin.

Die Beiträge, auch die **Rückstände aus 1932**, sind **bis spätestens 1. Dezember 1932** zu entrichten, da sonst eine ordnungsmäßige Zustellung der ETZ nicht gewährleistet werden kann.

Es wird gebeten, die Beiträge möglichst **im ganzen** zu zahlen, um den Schatzmeistern der Vereine und der Geschäftsstelle des VDE die Verrechnung zu erleichtern.

Durch undeutliche Anschriften und Namensangaben entstehen Verzögerungen in der Lieferung der ETZ und sonstige Unzuträglichkeiten, deshalb: **Deutliche Schrift!**

Im Ausland wohnende Mitglieder entrichten den Beitrag in der bisher üblichen Form.

Bank- bzw. Postscheckkonten der Vereine:

Elektrotechnischer Verein in Berlin: Postscheckkonto Berlin 133 02.
E. V. Aachen: Bankkonto Deutsche Bank u. Disconto-Gesellschaft, Filiale Aachen; Postscheckkonto Deutsche Bank u. Disconto-Gesellschaft, Filiale Aachen, Postscheckamt Köln 2513 für El. Verein.
E. V. des Bergischen Landes: Wuppertal-Elberfeld: Postscheckkonto Köln 448 96.
E. V. Braunschweig: Bankkonto Deutsche Bank u. Disconto-Gesellschaft, Filiale Braunschweig, Depositenkasse am Hagenmarkt; Postscheckkonto Obering. Hans Jütting, Braunschweig, Postscheckamt Hannover 433 77 für El. Verein.
E. V. Breslau: Postscheckkonto Geschäftsführer A. Rupp (Vereinskonto) Breslau 479 28.
E. V. Chemnitz: Postscheckkonto Leipzig 119 093.
Deutsche E. G. zu Danzig: Postscheckkonto 1736 der Sparkasse der Stadt Danzig, zur Gutschrift auf Konto 1236 der Deutschen El. Gesellschaft zu Danzig.
Dresdner E. V.: Postscheckkonto Dresden 111 14.
E. V. Düsseldorf: Postscheckkonto Essen 239 47.
E. G. Frankfurt a. M.: Postscheckkonto Frankfurt a. M. 3342.
E. G. Halle a. S.: Postscheckkonto Leipzig 915 27; Bankkonto Genossenschaftsbank Halle a. S.
E. V. Hamburg: Postscheckkonto Hamburg 3989; Bankkonto Commerz- und Privatbank AG.
E. G. Hannover: Postscheckkonto Hannover 129 03.
Hessische E. G. Darmstadt: Postscheckkonto Frankfurt a. M. 2002.
E. V. Kassel: Postscheckkonto Frankfurt a. M. 206 39; Bankkonto Deutsche Bank und Disconto-Gesellschaft und Dresdner Bank, Kassel.
E. G. Köln: Postscheckkonto Köln 576 66.
E. V. Leipzig: Postscheckkonto Leipzig 116 56.
E. G. Magdeburg: Postscheckkonto Magdeburg 2479; Bankkonto Commerz- und Privatbank AG. Magdeburg, Depositenkasse Staatsbürger-Platz.
E. V. Mannheim-Ludwigshafen, Mannheim: Postscheckkonto Karlsruhe i. Ba. 790 88; Bankkonto Deutsche Bank u. Disconto-Gesellschaft, Filiale Mannheim, Depositenkasse Heidelberger Straße.
E. V. München: Postscheckkonto München 242 83.
E. V. am Niederrhein, Krefeld: Postscheckkonto C. Wildermuth, Krefeld, Postscheckamt Essen 313 76 für El. Verein.
E. G. Nürnberg: Postscheckkonto Nürnberg 1964.
Oberrhein. E. V., Karlsruhe: Postscheckkonto Karlsruhe i. Ba. 4979.
Oberschles. E. V., Hindenburg, O.-S.: Postscheckkonto Breslau 494 94.
Ostdeutscher E. V., Königsberg: Postscheckkonto Königsberg Pr. 2018.
Pommerscher E. V., Stettin: Postscheckkonto Stettin 3312.
E. V. des Rhein.-Westf. Ind.-Bez., Essen: Postscheckkonto Essen 3992.
E. V. an der Saar, Saarbrücken: Bankkonto Gebr. Röchling, Saarbrücken 1.
Schleswig-Holsteinischer E. V., Kiel: Postscheckkonto Hamburg 142 63; Bankkonto Kieler Spar- u. Leihkasse, Giro-Konto 9201.
E. V. Südbaden, Freiburg i. Ba.: Postscheckkonto Karlsruhe i. Ba. 406 40.
Thüringer E. V., Erfurt: Postscheckkonto Erfurt 248 10.
E. V. Trier: Postscheckkonto Köln 216 54.
Württembergischer E. V., Stuttgart: Postscheckkonto Stuttgart 1906.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.

Der Vorsitzende: Dr. Petersen.

Der Generalsekretär: P. Schirp.

Beurteilung zweier neuerer Kyanisierungsarten nach mykologischer Methode.

Von Prof. Dr. **Liese**, Eberswalde.

Übersicht. In Ergänzung zu der Veröffentlichung von Schwalbe[1] werden die Ergebnisse mykologischer Untersuchungen an den gleichen, nach verschiedenen Kyanisierungsarten behandelten Stangen mitgeteilt. Gemischkyanisierung und Druckkyanisierung liefern bei der Kiefer eine tiefere Schutzwirkung als einfache Kyanisierung; bei Fichten ging der erhaltene Schutz nie tiefer als 1 cm. Der chemische Nachweis geringer Giftspuren im Holzinnern gibt keine Auskunft darüber, ob diese auch stark genug sind, um ein Pilzwachstum unmöglich zu machen. U. U. können sie stimulierend wirken und damit die Pilztätigkeit geradezu begünstigen.

Die Kyanisierung stellt bekanntlich einen Konservierungsprozeß dar, bei dem die Hölzer — meist Fichten- und Tannenmaste — längere Zeit in eine 0,66prozentige Sublimatlösung getaucht werden. Da das Sublimat beim Eindringen von der Zellwand festgehalten wird, erhält diese hierdurch einen nur wenige Millimeter breiten, aber trotzdem recht wirksamen äußeren Schutzmantel.

Um die schützende Holzschicht breiter zu gestalten, sind in den letzten Jahrzehnten einige Änderungen der üblichen Kyanisierung vorgeschlagen worden. Bei der Gemischkyanisierung, die auch bisweilen als „verbesserte Kyanisierung" bezeichnet wird, enthält die Tränklösung außer dem üblichen Sublimat in einer Stärke von 0,66 % noch Fluornatrium in 1prozentigem Zusatz. Es wird angegeben, daß das Fluornatrium tiefer in das Holz eindringe und auch hierbei noch Sublimat in das Innere hineinziehe.

Bei der Druckkyanisierung wird die Sublimatlösung in verschließbaren Kesseln in das Holz hineingepreßt; die Tränkkessel sowie alle übrigen mit der Flüssigkeit in Berührung gelangenden Eisenteile müssen gegen einen Sublimatangriff durch eine innere Bekleidung geschützt werden[2].

Da die Reichspostverwaltung über die Brauchbarkeit der beiden abgeänderten Kyanisierungsmethoden genauere Auskünfte wünschte, erbat sie von Prof. Dr. Schwalbe und dem Verfasser gewisse Laboratoriumsversuche, durch die die Eindringungstiefe der Giftstoffe in radialer Richtung in das Holz genauer festgestellt werden sollte. Schwalbe führte die rein chemischen Untersuchungen durch; über ihre Ergebnisse hat er kürzlich in dieser Zeitschrift veröffentlicht[1]. Wegen der Schwierigkeit der quantitativen Bestimmung der Giftstoffe im Holz erfolgte gleichzeitig vom Verfasser eine mykologische Untersuchung, bei der die Eindringungstiefe der Konservierungsstoffe durch Holzzerstörungsversuche festgestellt werden sollte. Auf Anregung des Reichspostministeriums sollen im folgenden auch die Ergebnisse der mykologischen Untersuchung der Allgemeinheit mitgeteilt werden.

Die Reichspostverwaltung stellte für Versuche die im folgenden näher aufgeführten 7 m langen Stangen zur Verfügung, die von ihr aus den entsprechenden Anlieferungen wahllos entnommen und nach Eberswalde gesandt waren:

3 Kiefernstangen, getränkt nach der Gemischkyanisierung (⅔ % Sublimat + 1 % Fluornatrium), Stämme Nr. 101 ··· 103;
3 Kiefernstangen, imprägniert nach dem Kesseldruckverfahren mit Sublimat, Stämme Nr. 104 ··· 106;
3 Fichtenstangen, imprägniert nach dem gleichen Kesseldruckverfahren mit Sublimat, Stämme Nr. 107 ··· 109.

Nachträglich wurde auf Veranlassung des Verfassers auch noch je eine normal kyanisierte Fichtenstange (Nr. 110) sowie eine nach der Gemischkyanisierung (⅔ % Sublimat + 1 % Fluornatrium) behandelte Fichtenstange (Nr. 111) zur Untersuchung herangezogen.

Jede Stange wurde in der Weise zerlegt, daß je zwei etwa 1,5 cm dicke, unmittelbar nebeneinander gelagerte Querscheiben aus der Mitte sowie in einem Abstand von 0,5 m von den beiden Endflächen entnommen wurden. Jedes Scheibenpaar wurde in gleicher Weise behandelt, so daß neben dem Hauptversuch gleichzeitig ein Kontrollversuch lief. Die einzelne Scheibe wurde von außen nach innen fortschreitend in 1 cm breite Ringe zerlegt, so daß der äußerste Ring alle bis zu 1 cm Tiefe von der Stangenoberfläche entfernt gelegenen Holzteile, der folgende 2. Ring diejenigen des zweiten Zentimeters usw. enthielten. Die Holzteile eines Ringes wurden stets gemeinsam untersucht. Eine weitere Unterteilung der Ringe auf 0,5 cm Breite wie bei der chemischen Untersuchung war wegen technischer Schwierigkeiten nicht möglich.

Die zur Verfügung gestellten Versuchshölzer erwiesen sich für die beabsichtigten Versuche nicht stets sehr geeignet. Verschiedene Stangen waren etwas exzentrisch gebaut, indem die eine Seite des Holzes stärker als die gegenüberliegende gewachsen war. Da aber von dem Wachstum auch die Eindringungstiefe der Tränkflüssigkeit abhängig ist, so wurden bei exzentrischen Querscheiben die einzelnen Ringe unter Berücksichtigung des Jahresringverlaufes hergestellt, so daß sie bisweilen auf der einen Seite mehr als 1 cm, auf der gegenüberliegenden dagegen weniger als 1 cm breit waren. Ferner waren die Stämme 101 ··· 103 z. T. verblaut.

Bei den Kiefernstangen (Nr. 101 ··· 106) wurden die Ringe nur bis zur Kernholzgrenze hergestellt, da ein Eindringen der Tränkflüssigkeit in das Kernholz nicht zu erwarten war. Bei den Fichten wurden 4 ··· 6 Ringe angefertigt. Die Restscheiben bei der Fichte sowie das Kiefernkernholz wurden stets ebenfalls der Untersuchung unterworfen.

Wie sich nachträglich herausstellte, befanden sich in einigen benutzten Holzscheiben Äste, die bekanntlich fester gebaut und harzreicher als das Stammholz sind und sich daher gegenüber der Pilzeinwirkung sehr widerstandsfähig erwiesen. Die Holzzerstörung war in diesen Fällen kleiner als bei normalem Holz.

Die Untersuchung selbst wurde, ähnlich wie bei der Klötzchenmethode, in folgender Weise durchgeführt. Die zu einem Ringe gehörenden Holzteile wurden zunächst zur Feststellung ihres Darrgewichtes in einem Heißluftschrank absolut trocken gemacht und anschließend gewogen; alsdann wurden sie unter sterilen Bedingungen in Kolleschalen auf einen Pilzrasen des Kellerschwammes, Coniophora cerebella, eingebaut, der als wichtigster Zerstörer des Nutzholzes anzusehen ist. Die Herstellung des Pilzrasens war zuvor in der Weise erfolgt, daß in den Schalen ein steriler Nährboden (mit 8prozentiger Malzextraktlösung getränkte Holzschliffpappe) mit Myzelflocken dieses Pilzes beimpft wurde. Die Holzteile blieben nach dem Einbau 4 Monate lang der Einwirkung des Kellerschwammes ausgesetzt. Waren sie mit genügend Giftsubstanz versehen, so konnte ein Pilzangriff nicht stattfinden; war dagegen diese in ihnen zu gering vorhanden, so wurden sie vom Pilz zerstört. Es konnte daher nach dieser Methode festgestellt werden, bis zu welchem Zentimeter die Imprägnierflüssigkeit in der einen Pilzangriff gerade noch hemmenden Minimalkonzentration radial in das Holz eingedrungen war.

Bereits während des Versuches konnte auf Grund der oberflächlichen Myzelentfaltung bis zu einem gewissen Grade beurteilt werden, ob in dem betreffenden Holzringe genügend Giftsubstanz vorhanden war oder nicht. Eine sichere Entscheidung über die Stärke des Pilzangriffes läßt sich aber, wie aus den zahlreichen sonstigen Versuchen ähnlicher Art bekannt ist, nur aus dem durch die Pilztätigkeit erfolgten Gewichtsverlust der Holzteile treffen. Zu diesem Zweck wurde das Holzmaterial nach Ablauf der Versuchszeit von 4 Monaten wieder ausgebaut, behutsam von dem oberflächlich ansitzenden Pilzmyzel gereinigt, wieder absolut trocken gemacht und anschließend gewogen. War wegen hinreichender Schutzwirkung des Imprägnierstoffes keine Holzzersetzung erfolgt, so war das Endgewicht gleich dem Anfangsgewicht; im anderen Falle ergab sich ein Gewichtsverlust, der meist um so größer war, je weniger pilztötende Stoffe der betreffende Holzring enthielt. Bei einem geringen Gewichtsverlust war oft der äußere Teil des Ringes noch ganz geschützt, der innere dagegen stärker zerstört. Die Gewichtsverluste wurden zur besseren Beurteilung in Prozenten des Anfangsgewichtes ausgedrückt. Wegen der

[1] ETZ 1931, S. 731.
[2] Bei der Diakyanisierung wird durch eine Vorbehandlung des Holzes ein tieferes Eindringen des Sublimats erzielt; sie konnte bei den folgenden Versuchen nicht berücksichtigt werden.

nicht vermeidbaren Fehlerquellen müssen bei dieser Arbeitsmethode Gewichtsverluste bis zu etwa 3 % unberücksichtigt bleiben.

Die Ergebnisse der Versuche sind in die Abb. 1 ··· 4 eingetragen; jede Reihe bezieht sich auf einen Stamm und entält in den drei Koordinatensystemen die Ergebnisse der oberen, mittleren und unteren Querscheiben. Auf der X-Achse sind stets die einzelnen Ringe einer

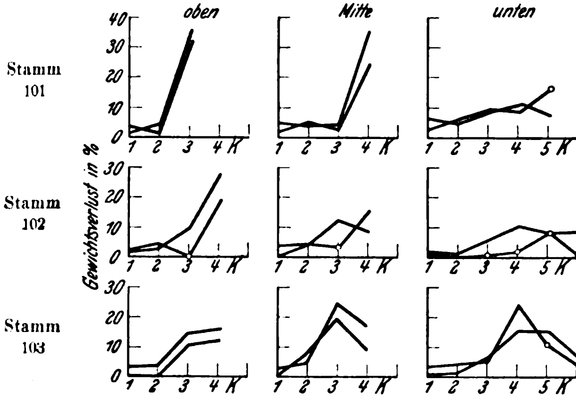


Abb. 1. Kiefernstangen, nach dem Gemischkyanisierungs-Verfahren behandelt[*].

Holzscheibe in der Reihenfolge von innen nach außen aufgetragen, wobei die Restscheibe als K (Kern) aufgezeichnet ist. Auf der Y-Achse sind die Gewichtsverluste in Prozenten des Anfangsgewichtes eingetragen. Da, wie bereits erwähnt, zur Kontrolle stets 2 Scheiben untersucht wurden, sind auch stets 2 Kurven eingetragen. Wo durch Äste oder in anderer Hinsicht sicher nachweisbare Fehlerquellen vorhanden waren, sind die Einzeichnungen mit einem kleinen Kreis umgeben worden.

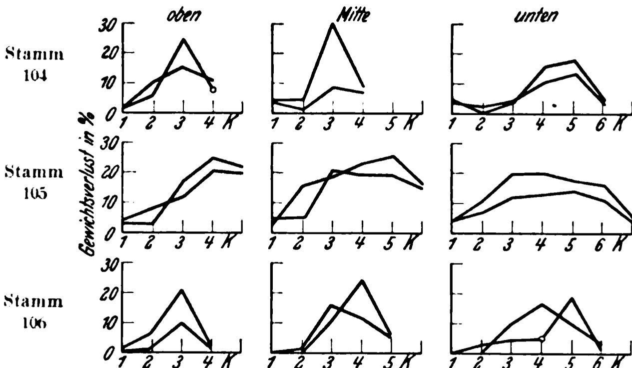


Abb. 2. Kiefernstangen, nach der Druckkyanisierung behandelt[*].

Die Versuche haben folgende Ergebnisse gebracht. Die nach dem Gemischkyanisierungs-Verfahren behandelten Kiefernstangen (Nr. 101 ··· 103) wurden im Splintholz fast stets bis zu 2 cm Tiefe, z. T. noch etwas tiefer vom Kellerschwamm nicht angegriffen (Abb. 1). Der Stamm 101 zeigte im 3. und 4. Zentimeter der unteren Querscheibe Zerstörungen bis zu etwa 10 % Gewichtsverlust, war also hier nicht genügend stark geschützt; bei den anderen Scheiben ging der Schutz etwa bis zur Kerngrenze. Stamm 102 war in den ersten beiden Zentimetern sämtlicher Ringe genügend geschützt, zeigte aber vom 3. Zentimeter ab Zerstörungen. Bei Stamm 103 blieben die oberen und unteren Querscheiben bis 2 cm Tiefe unversehrt, während bei der mittleren Scheibe bereits vom 2. Ringe ab Zerstörungen eintraten.

Bei den nach der Druckkyanisierung behandelten Kiefernstangen (104 ··· 106) reichte der Schutz im Durchschnitt etwa bis 1,5 cm Tiefe (Abb. 2). Bei Stamm 104 blieb in der oberen Querscheibe nur der äußerste Ring unversehrt, in der mittleren und unteren Querscheibe reichte der Schutz etwa bis 2 cm Tiefe. Bei Stamm 105 war stets nur der äußerste 1 cm-Ring hinreichend geschützt. Bei Stamm 106 begann die Zersetzung beim 3. Zentimeter.

Bei den nach der Druckkyanisierung behandelten Fichten (Stamm 107 ... 109) hat sich in allen Fällen stets nur der erste Zentimeter als hinreichend geschützt erwiesen (Abb. 3). Alle folgenden Ringe zeigten mehr oder weniger starke Zerstörungen. Selbst der äußerste Ring war nicht immer ganz geschützt, indem die nach innen gelegenen Holzteile dieses Ringes vom Pilz etwas angegriffen wurden; allerdings war die Zerstörung nie erheblich. Immerhin war festzustellen, daß in 1 cm Entfernung bereits ein Befall möglich war. Wegen der Gleichheit der Ergebnisse erübrigt sich ein näheres Eingehen auf die einzelnen Stämme.

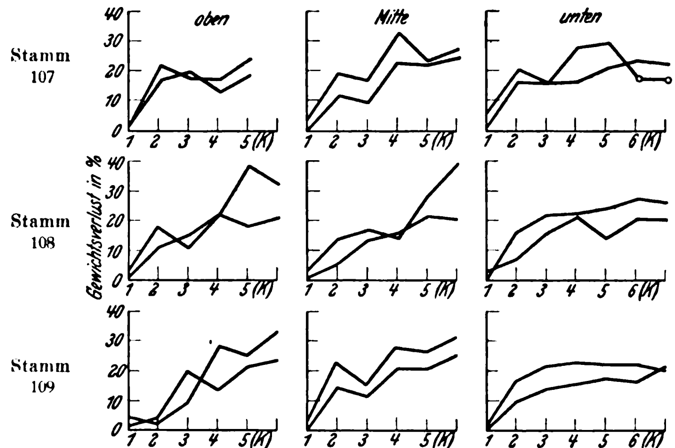


Abb. 3. Fichtenstangen, nach der Druckkyanisierung behandelt[*].

Bei der normal kyanisierten Fichte (Stamm 110) zeigte sich der äußerste Zentimeter sämtlicher Querscheiben stets geschützt, während die inneren sämtlich stark zerstört wurden (Abb. 4). Wie die genaue Beobachtung beim Ausbau ergab, waren die inneren Teile des ersten Ringes auch hier etwas angegriffen. Der erhaltene Gewichtsverlust von etwa 3 % geht daher auf gewisse Zersetzungen des innersten Ringteiles zurück. Die nach innen folgenden Ringe waren sämtlich erheblich zerstört; z. T. sind durch eingewachsene Äste die Gewichtsverluste etwas verringert worden.

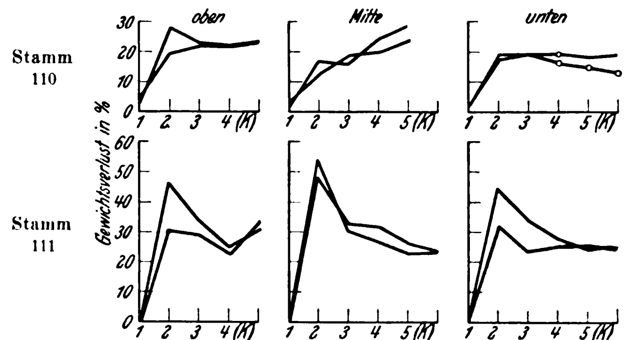


Abb. 4 oben: Fichtenstange, normal kyanisiert[*]; unten: Fichtenstange, nach dem Gemischkyanisierungs-Verfahren behandelt.

Bei der nach dem Mischungsverfahren getränkten Fichtenstange (Stamm 111) war der erste Ring in allen Querscheiben stets sehr gut geschützt; der folgende zweite Ring dagegen ungewöhnlich stark zerstört (Abb. 4). Zum Teil ergaben sich hier Gewichtsverluste von über 50 %. Die weiteren Ringe wurden weniger angegriffen. Der Schutz der Imprägnierlösung erstreckte sich mithin auf 1 cm Tiefe. Die auffallend hohe Zerstörung des 2. Ringes dürfte auf die Wirkung einer Stimulation zurückzuführen sein. Daß derartige Beobachtungen nicht selten zu machen sind, ist vom Verfasser vor einiger Zeit ausführlicher geschildert worden[4]. Es muß angenommen werden, daß in dem so stark zerstörten 2. Ring derart geringe Spuren der Giftlösung eingedrungen waren, daß sie nicht nur nicht das Pilzwachstum hemmten, sondern geradezu

[*] In allen Kurven entspricht stets der letzte Wert dem Kernholz; bei Kiefer als K, bei Fichte, das nur Reifholz bildet, als (K) bezeichnet. Auf einigen X-Achsen ist das K bzw. (K) nicht beim letzten Kurvenwert eingezeichnet worden. Dies trifft zu für: Stamm 101 oben, Mitte, unten; Stamm 102 oben, Mitte; Stamm 103 oben, Mitte; Stamm 104 oben, Mitte, unten; Stamm 106 oben, Mitte, unten; Stamm 107 oben; Stamm 110 Mitte.

[4] Angewandte Botanik 1931, H. 2.

anregten. Auf besondere anatomische Eigenschaften des 2. Ringes ließ sich die starke Zerstörung auf jeden Fall nicht zurückführen.

Das Ergebnis der mykologischen Untersuchungen läßt sich mithin dahin zusammenfassen, daß bei der Kiefer sowohl durch die Gemischkyanisierung als auch durch die Druckkyanisierung eine tiefere Schutzwirkung als bei der normalen Kyanisierung erzielt wird. Es scheint dabei die Gemischkyanisierung tiefer zu wirken. Indessen wird bei den untersuchten Hölzern nach keiner Methode der ganze Splint geschützt. Was die Fichten anbelangt, so ist bei keiner Behandlungsart der Schutz weiter als bis zu 1 cm zu verfolgen. Selbst der 1. Holzring wurde in dem inneren Teil bei der Druckkyanisierung und der einfachen Kyanisierung vom Pilz befallen. Die Gemischkyanisierung hat den 1. Zentimeter offenbar am einwandfreiesten geschützt; dafür haben sich aber im folgenden 2. Holzring infolge Stimulationswirkung sehr erhebliche Zerstörungen eingestellt. Inwieweit sich aus dieser Feststellung für die Praxis Gefahren ergeben, läßt sich nicht ohne weiteres beurteilen. Auf jeden Fall sollte dafür gesorgt werden, daß die für die Gemischkyanisierung vorgesehenen Fichtenstangen unbedingt vollständig gesund zur Tränkung gelangen. Sonst könnte unter Umständen ein bereits im Holzinnern vorhandener Pilz durch Stimulation zu einer besonders schnellen Tätigkeit veranlaßt werden.

Ein Vergleich dieser Ergebnisse mit den von Schwalbe auf rein chemischem Wege gefundenen Werten ist nur in geringem Maße möglich, da die chemischen Untersuchungen wegen ihrer Schwierigkeit nur für einen kleinen Teil der Ringe durchgeführt wurden. Im übrigen ist zu betonen, daß bei den mykologischen Versuchen, soweit Gemischkyanisierung in Betracht kam, kein Unterschied zwischen der Wirkung des Sublimats und der des Fluornatriums gemacht werden konnte; die Methode zeigt lediglich die Grenze an, bis zu der ganz allgemein pilzwidrige Stoffe in der das Pilzwachstum hemmenden Minimalkonzentration eingedrungen waren. Es sei lediglich auf die Ergebnisse bei der nach dem Mischungsverfahren behandelten Fichtenstange Nr. 130 näher eingegangen, da bei ihr die chemischen Untersuchungen bis zu 2 cm Tiefe durchgeführt wurden. Bei der mykologischen Untersuchung waren, wie erwähnt, im 2. Ring unverhältnismäßig hohe Gewichtsverluste eingetreten. Die chemische Untersuchung hatte in diesem 2. Ring folgende Werte ergeben (bezogen auf aschfreies, absolut trockenes Holz[5]):

		$HgCl_2$	NaF
2. Ring	obere Scheibe	0,12 %	0,19 %
(1 cm breit)	mittlere Scheibe . . .	0,07 %	0,11 %
	untere Scheibe	0,12 %	0,13 %

Diese in jeder Reihe aufgeführten Giftmengen bewirken zusammen also in sämtlichen zweiten Ringen eine Stimulation, können mithin auf keinen Fall als hinreichend für den Schutz des Holzes angesehen werden. Der Wert von 0,12 % Sublimat liegt daher unterhalb der erforderlichen Minimalkonzentration. Selbst die Mitwirkung des Fluornatriums in einer Stärke von 0,19 % (obere Scheibe) konnte eine Zerstörung des Holzes nicht verhindern.

Vergleichen wir diese Angaben mit denen über das Mischtränkungsverfahren der Kiefer (Stamm 101 ··· 103), so ergeben sich hier gewisse Unstimmigkeiten. Bei allen 3 Scheiben des Stammes 103 enthielt nämlich der 2. Ring bei der chemischen Untersuchung an Sublimat und Fluornatrium Mengen, die stets unter den eben genannten Werten liegen (Fluornatrium: 0,05, 0,14, 0,15; Sublimat 0,1, 0,08; 0,1, 0,1; 0,09, 0,1). Trotzdem ist bei der mykologischen Methode dieser Ring, abgesehen von der Mittelscheibe, bei der eine geringe Zerstörung eintrat, vollständig intakt geblieben. Es ist möglich, daß diese Verschiedenheit durch die Art der Sublimatbestimmung zu erklären ist, indem bei den Stämmen 103 die Verbrennungsmethode, bei Stamm 130 die Oxydationsmethode benutzt wurde; wenigstens weist Schwalbe selbst auf die Fehler der Verbrennungsmethode hin.

Auf jeden Fall ergibt sich aus den mykologischen Untersuchungen, daß der chemische Nachweis geringer Spuren von Sublimat oder Fluornatrium im Innern der behandelten Stangen keine Auskunft über eine dadurch mögliche Schutzeinwirkung gegen Pilzangriff gibt. Es muß hierbei stets auch die erforderliche Minimalkonzentration Berücksichtigung finden. Das nach der chemischen Methode nachgewiesene tiefere Eindringen des Sublimats bei der Gemischkyanisierung erlaubt daher nicht die Schlußfolgerung, daß auch tatsächlich dadurch eine breitere Holzschicht genügend gegen Pilzangriff gesichert wird.

[5] Vgl. ETZ 1931, S. 734.

Resonanzüberspannungen an Petersenspulen.

In der ausländischen Praxis hat die Petersenspule nicht in dem Maße Eingang gefunden wie in den europäischen Anlagen; dies ist z. T. darauf zurückzuführen, daß die anfangs gehegten Bedenken hinsichtlich der durch die Resonanzabstimmung möglicherweise ausgelösten Überspannungen manchen Betrieb davon abgehalten haben, von der festen Nullpunktserdung zu der vorteilhafteren Erdschlußlöschung überzugehen. Eine Arbeit von Langrehr[1] erbringt den theoretischen Nachweis für die Erfahrung der Praxis, daß „Über"-Spannungen nicht eintreten.

Der erste Teil der Arbeit beschäftigt sich in Form einer kurzen mathematischen Entwicklung mit den allgemeinen Zusammenhängen zwischen Resonanzüberspannung, Kapazitätsunsymmetrie, Verstimmungsgrad und Dämpfung einer kompensierten Leitungsanlage. Der verschiedenartige Einfluß dieser drei Größen auf die Höhe der Nullpunktspannung wird zunächst getrennt untersucht und zum Schluß das Endergebnis abgeleitet, wenn alle drei Größen gleichzeitig wirksam sind. Hierbei sind normale Betriebsbedingungen zugrunde gelegt.

Zur Ermittlung der Unsymmetriespannung ist ein Diagramm dargestellt, welches den Zusammenhang zwischen Kapazitätsunsymmetrie und Unsymmetriespannung in eindeutiger Weise wiedergibt; man kann hieraus sowohl die Unsymmetriespannung nach Größe und Phasenlage in einfacher Weise abgreifen, wenn die Kapazitätsunsymmetrie bekannt ist, als auch umgekehrt die Kapazitätsunsymmetrie ermitteln, wenn die Unsymmetriespannung auf Grund einer Messung vorliegt. Der durchschnittliche Wert der Unsymmetriespannung wird für unverdrillte Abschnitte normal gebauter Anlagen mit etwa 2 % angegeben, in Ausnahmefällen können 5 ··· 6 % erreicht werden. Die durch mehr oder minder ausgeprägte Resonanzabstimmung bedingte Erhöhung dieser Unsymmetriespannung wird durch den Verstimmungsgrad der Löschanordnung und die Dämpfung in Grenzen gehalten, welche nicht nur eine Gefährdung, sondern auch eine Störung des Betriebes der Übertragungsanlagen ausschließen. Beide Einflüsse üben an sich die gleiche spannungsmindernde Einwirkung aus. Während der Verstimmungsgrad mit Rücksicht auf die angestrebte gute Löschwirkung ein bestimmtes Maß nicht überschreiten darf (im Bayernwerksnetz ist der Verstimmungsgrad auf 2 % festgesetzt!), muß man die Größe der Dämpfung als praktisch gegeben hinnehmen. Sie wird bestimmt durch die Eisen- und Kupferverluste in der Erdschlußspule nebst zugehörigem Transformator, die Kupferverluste in der Freileitung, die Ableitungsverluste in der Leitungsisolation und die Wirkverluste des über Erde zurückfließenden Stromes. Die Größe der Einzelwerte wird besprochen und daraus die Größe der Gesamtverluste je nach der Betriebspannung zwischen 5 und 10 % für normale Anlagen geschätzt. An Hand eines Bildes, welches den Zusammenhang zwischen Resonanzüberspannung, Dämpfung und Verstimmungsgrad veranschaulicht, wird auf Grund der genannten Werte der Schluß gezogen, daß die Dämpfung in praktischen Fällen die ausschlaggebende Rolle spielt. Auch der Fall außergewöhnlich großer Unsymmetrien, hervorgerufen z. B. durch einpoliges Abschalten längerer Leitungstrecken oder ähnliche Vorkommnisse, wird erörtert und nachgewiesen, daß die Nullpunktspannung praktisch niemals größer als die Phasenspannung werden kann; dabei wird die Rolle der magnetischen Sättigung der Erdschlußspule gestreift unter Hinweis auf eine diese Vorgänge genauer behandelnde Literaturstelle.

Zum Schlusse werden die verschiedenen Möglichkeiten der Messung der Unsymmetriespannung erwähnt und ein neuartiges Meßverfahren beschrieben, welches darauf abzielt, die Meßgenauigkeit unter Verwendung der im praktischen Betrieb vorhandenen normalen Meßeinrichtung zu erhöhen. Dabei wird der Leistungstransformator als Stromwandler benutzt; die Zahl der Ablesungen ist gering. *Sb.*

[1] H. Langrehr, AEG-Mitt. 1931, S. 358.

Der wirtschaftliche Wert von elektrischen Großkraft-Speicherwerken.

Von Dr. W. **Gosebruch**, Berlin.

Übersicht. Die Arbeit zeigt den wirtschaftlichen Rechnungsgang von Pumpspeicherwerken und weist darauf hin, daß, obwohl deren volle Ausnutzung erst mit abnehmender Wirtschaftskrise beginnt, deren jetzige Errichtung eine für die El.-Industrie und Betriebe wichtige Verwendung von Notstandsarbeiten ermöglicht.

Schon in den ersten Jahren der städtischen Versorgung mit Drehstrom wurde als sein Hauptnachteil empfunden, daß man ihn nicht wie Gleichstrom aufspeichern und so jederzeit als betriebbereite Reserve zur Verfügung haben konnte, daß die Betriebsmaschinen unterbrechungslos sich allen Schwankungen der Belastungskurve anpassen und alle Stromstöße ungemildert durch die Pufferwirkung einer Batterie direkt aufnehmen mußten.

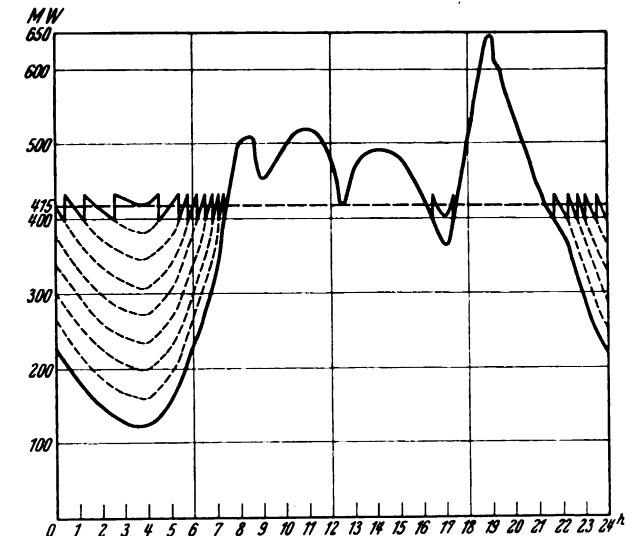
Als dann nach dem erheblichen Zuwachs der elektrischen Beleuchtung durch den Fortfall der Petroleumlampe in der Kriegszeit später auch noch die Kriegssparmaßnahmen fortfielen und eine neue wirtschaftliche Scheinblüte einsetzte, wurde die Spitzendeckung zu einer ernsten Frage. Sie führte notgedrungen zu Erweiterungen des Maschinenparks, deren wirtschaftliche Auswirkung bei der geringen Jahresspitzendauer von 100, 300 bis 1000 Spitzenstunden die denkbar schlechteste sein mußte.

Es kam der Gedanke an die Pumpspeicherwerke auf als der für Großspeicherung einzig in Frage kommenden Anlagen. Bereits in seinem Vortrag „Über die Zukunftsmöglichkeiten der Elektrizitätswirtschaft“[1] am 3. XII. 1926 wies Dir. Dr.-Ing. E. h. R. W e r n e r darauf hin, daß der Wert der Großspeicherung nicht mit der Spitzendeckung erschöpft sei, sowie daß die Möglichkeit einer gleichmäßigeren Maschinenbelastung große Vorteile bietet.

Die entscheidenden wirtschaftlichen Werte für den Kohlenverbrauch bei g l e i c h m ä ß i g e r Maschinenbelastung für Grundlast einerseits und für die w e c h s e l n d e Belastung anderseits, wie sie die Tagesdiagramme bzw. die Belastungsgebirge widerspiegeln, und der Unterschied zwischen den Reparatur- und Instandhaltungskosten[2] des Kraftwerks bei beiden Belastungsarten lassen sich nun rein theoretisch nicht ermitteln. Am allerwenigsten läßt sich hier mit geschätzten Werten etwas anfangen. Es wäre sogar unsicher, mit den im Betrieb eines einzelnen Kraftwerkes bei den genannten verschiedenen Belastungsarten — die im folgenden kurz „Strichfahren“ und „Diagrammbetrieb“ bezeichnet werden — ermittelten Werten operieren zu wollen. Bei diesen kommen so zahlreiche Einzelfaktoren und Zufälle in Frage, daß man nur mit Mittelwerten aus zahlreichen gleichartigen Betrieben mit dem Bewußtsein größter Wahrscheinlichkeit rechnen kann. Diese im allgemeinen schwer erhältlichen Daten wurden vor rd. 5 Jahren bei Gelegenheit der Planung eines Speicherwerkes für die gesamte Spitzendeckung im Betriebe einer Weltstadt durch Rückfragen bei den bedeutendsten Werken erhalten. Die im nachstehenden gegebene Errechnung von Mittelwerten hieraus dürfte Zufälligkeiten verschwinden lassen und zuverlässige Rechnungsgrößen liefern.

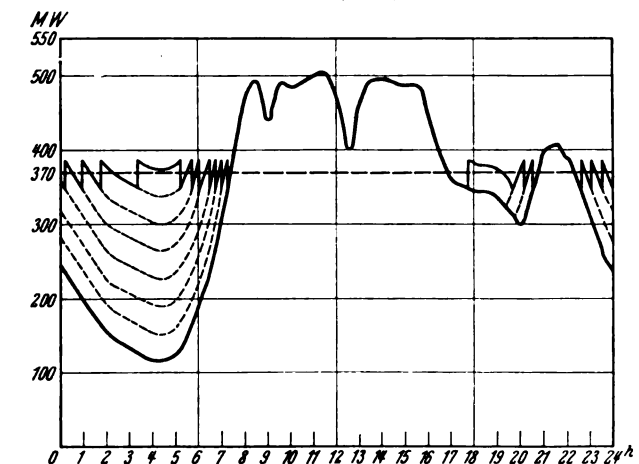
Die den Berechnungen im folgenden zugrunde liegenden Verhältnisse und die Belastungskurven sind dem tatsächlichen Betriebe einer Großstadt entnommen, aber für die Betriebsverhältnisse kommender Jahre in Anrechnung der jährlichen Zunahme über den damaligen Betrieb und längerer Bauzeit usw. vorausdimensioniert. Ein Speicherwerk solcher Ausmaße muß selbstverständlich für die Zukunft bemessen sein, auch wenn der Ausbau dem Bedarf gemäß erst allmählich erfolgen wird. Die Höhe der Belastung an sich spielt für die vorliegenden Betrachtungen keine entscheidende Rolle. Man wird beim Vergleich mit den Belastungskurven für die einzelnen Monate verschiedener Großstädte wie Berlin, Hamburg, ja selbst Chicago finden, daß die Kurven fast völlig übereinstimmen, so daß man einen Fall auf den anderen fast nur durch andere Randmaßstäbe übertragen kann. Somit darf das hier gewählte Beispiel als N o r m a l f a l l gelten, wenigstens für Städte — für Überlandzentralen liegen die Verhältnisse ja etwas anders, aber es läßt sich auch da derselbe Nachweis führen. Jeder Fall muß natürlich besonders behandelt werden. Die nachfolgenden Betrachtungen sind in Anlehnung an die Groß-Berliner Verhältnisse gemacht.

Die vier Diagramme (Abb. 1 ... 4) geben die Tagesbelastungen für Mitte März, Juni, September und 18. Dezember des für den Speicher gewählten Normaljahres. Abb. 4 stellt die auf Grund sachgemäßer Vorausberechnungen ermittelte M a x i m a l belastung der Großstadt und



Tagesdiagramm 9050 MWh
ges. Pumpenleistung
in der Stadt 8 × 37,8 = 302 MW
am Speicher = 266 MW
zum Speicherwerk fließende Energie (Überschußfläche) 1940 MWh
Spitze 1030 MWh

Abb. 1. (März.)



Tagesdiagramm 8065 MWh Überschußfläche 1730 MWh
Spitze 915 MWh

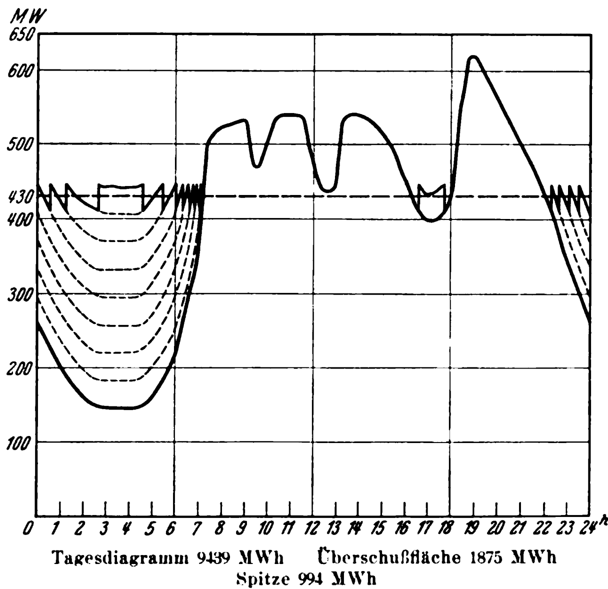
Abb. 2. (Juni.)

der im weiteren Eingemeindungsgebiet liegenden Vorstädte und Vororte dar. Die maximale Spitze beträgt 1115 MW. Davon entfallen 115 MW auf vorhandene Bleiakkumulatoren in verschiedenen Unterstationen im Stadtinnern (Theater, Hospitäler, Hochschulen usw.). Die gesamte von den Betriebsmaschinen aufzubringende Leistung wäre also = 1000 MW. Die gesamte Diagrammfläche repräsentiert die höchste Tagesbelastung von rd. 14 700 MWh. Die maximale Tagesbenutzungsdauer ist also $\frac{14\,700}{1115} = 13{,}185$ h und der maximale Tagesbelastungsfaktor $= \frac{13{,}185}{24} = 0{,}549\,35$. Zieht man nun in dem Dezember-

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 717.

[2] Unter „Reparaturen“ sind die Ausbesserungen zeitlich nicht bestimmter Beschädigungen — unter „Instandhaltung“ die laufenden Kosten für Aufrechterhaltung guten Betriebszustandes verstanden; z. B.: Gehören bei einem Transformator Ölreinigung und -nachfüllen sowie Anstrich zur Instandhaltung; Ersatz durchgebrannter Spulen zur Reparatur. Die Grenzen sind oft nicht scharf, man zählt deshalb beides zusammen.

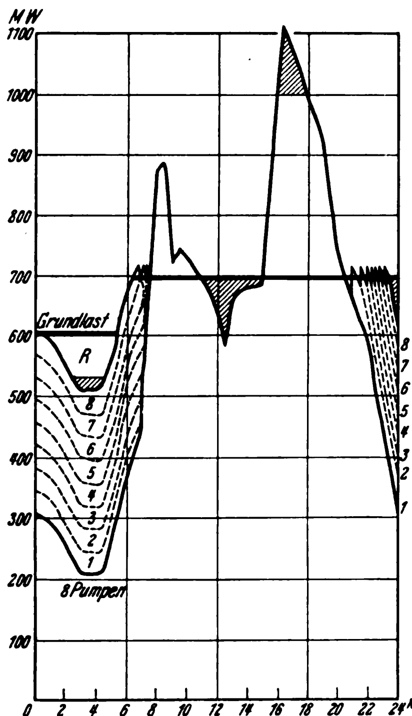
diagramm (Abb. 4) eine Horizontale für die Gleichbelastungs-Grundlast der Generatoren so, daß die unterhalb derselben liegenden Überschußflächen über das Belastungsdiagramm, multipliziert mit den Wirkungsgraden



Tagesdiagramm 9439 MWh Überschußfläche 1875 MWh
Spitze 994 MWh

Abb. 3. (September.)

der Hin- und Rückumsetzungen (Speicher) die Flächen der Spitzenbelastungen oberhalb der Grundlastlinie ergeben, so ergibt sich diese Grundlastlinie, wie im Diagramm (Abb. 4) angegeben, von 0 ... 5 h in der Höhe von 600 MW Grundlast und von 6 h 15 m ... 24 h bei 700 MW.



Tagesdiagramm	14 663 MWh	im Speicher gesammelt	1975 MWh
Generatorleistung des Speicherwerks	4 · 84 = 336 MW	zurückgeliefert in die Stadt	1410 MWh
in der Stadt	· 0,89 = 300 MW	Grundlast bei Strichfahren	16 200 MWh
zum Speicherwerk fließende Energie (Überschußfläche ohne Akkum.)	2670 MWh	Akkumulatoren	115 MWh
		dazu aufgewandt	200 MWh
		R für thermoelektr. Ladung usw.	

Abb. 4. (Dezember.)

Diese 700 MW mögen der derzeitigen Spitze bzw. der Maschinenleistung der Werke der Stadt entsprechen.

Da, wie angegeben, während der kurzen Dezemberspitze 115 MW von den Akkumulatorenbatterien geleistet werden sollen, so müßte die Leistung des Wasserspeichers, gemessen in der Unterstation in der Stadt, 300 MW betragen.

Für die Ausführung des Speicherwerkes sollen folgende Einzelheiten gelten: Mit 115 km Fernleitung leicht zu erreichen sind zwei Seen — ein großer See und 3 km davon ein rd. 50 m höher gelegener kleiner See, der ohne große Umbauten für Speicherung einer 3000 MWh entsprechenden Wassermenge geeignet ist. In dem Krafthaus sollen nach und nach bis zum vollen Ausbau vier Maschinensätze aufgestellt werden, bestehend aus je zwei Spiralturbinen von je 57 500 PS auf gleicher Welle mit einem Drehstromgenerator von 88 200 kVA · cos φ (= 0,928) = 82 000 kW. Als Motoren treiben diese Generatoren je zwei durch hydraulische Kupplung mit ihnen verbundene Pumpen von je 33 250 kW Kraftbedarf an, d. h. 66 500 kW Motorleistung des Generators. Im städtischen Diagramm erscheinen diese 8 Pumpen mit je 37 800 kW in den bezeichneten Überschußflächen, und zusammen von 302 000 kW im Diagramm (Abb. 4). Die Fernübertragung geschieht durch vier unabhängige 110 kV-Leitungen von je drei Seilen zu 240 mm² Kupferquerschnitt, und zwar je 105 km vom Speicherwerk zu einer Übergangstation vor der Stadt, von wo 4 je 10 km lange 110 kV-Kabel zu der Endstation im Stadtinnern führen.

Bei dieser Anordnung ergeben sich nachstehende Wirkungsgrade (Abb. 5):

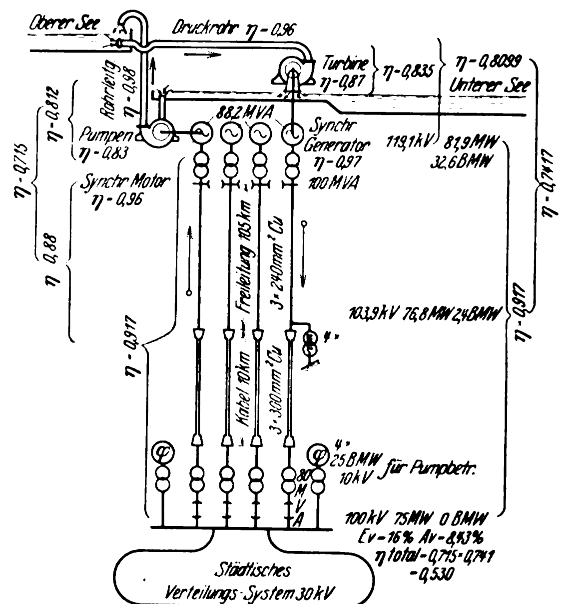


Abb. 5.

I. Von der Stadt zum Speicherwerk:

a) 80 MVA Transf. 30/110 kV, 10 km Kabelleitung 110 kV, 105 km Freileitung 110 kV, 100 MVA Transf. 110/10 } $\eta = 0{,}917$

b) Synchronmotor $81{,}9 \cdot 0{,}806 = 66$ MW (Fernleitungsbelastung: $\dfrac{66{,}00}{0{,}917 \cdot 0{,}96} = 75$ MW)
$\eta = 0{,}917 \cdot 0{,}96 = 0{,}88.$

c) Pumpen = 0,83, Druckrohr = 0,98 }; $\eta = 0{,}813.$
Wirkungsgrad der Übertragung „Hin"
$\eta = 0{,}813 \cdot 0{,}88 = 0{,}715.$

II. Vom Speicherwerk zur Stadt:

a) Druckrohr 0,96, Wasserturb. 0,87 }; $\eta = 0{,}835$
b) Elektr. Synchrongenerator von 81,900 MW $\eta = 0{,}97$
} $\eta = 0{,}8099$

c) Transformatoren, Leitungen, Transformatoren } $\eta = 0{,}917.$
Wirkungsgrad der Übertragung „Zurück"
$\eta = 0{,}8099 \cdot 0{,}917 = 0{,}7417.$

III. Gesamtwirkungsgrad Hin und Zurück:
$\eta = 0{,}715 \cdot 0{,}741 = 0{,}530.$

Die maximale Tages-Spitzenleistung beträgt, nach dem Diagramm (Abb. 4) 1410 MWh im Stadtnetz gemes-

sen, in den Kraftwerken $= \frac{1410\ \text{MWh}}{300} = 4{,}7$ Vollaststunden entsprechend 9 Betriebstunden. Die von der Stadt ausfließende Energie (d. h. die Überschußflächen) ist gleich $\frac{1410}{0{,}53} = 2670$ MWh bzw. am Speicherwerk $= \frac{1410}{0{,}715} = 1975$ MWh (Abb. 4).

Das Bassin vorgenannten Fassungsvermögens enthält also noch Reserve für spätere Vermehrung der Pumpen und Turbinen. Die 8 Pumpen, die mit je 37 800 kW in den Überschußflächen des Stadtdiagramms eingezeichnet sind, von je $37\,800 \cdot 0{,}88 = 33{,}250$ MW haben also eine Betriebsdauer von $\frac{2670}{302} = 8{,}84$ Vollaststunden oder von rd. 11 Betriebstunden im Diagramm (Abb. 4).

Bei dem Betrieb für reine Spitzendeckung würden an 61 Tagen der Spitzenperiode vom 15. XI. bis 15. I. gleich $4{,}7 \cdot 61 = 286$ Vollaststunden = 86 010 MWh an das Stadtnetz geliefert. Es wäre dasselbe, als wenn ein Spitzendampfkraftwerk von 300 MW Leistung an 286 Jahresstunden mit Vollast im Betriebe wäre. Außerhalb dieser 286 Jahresstunden würde dieses Dampf-Spitzenkraftwerk aber das ganze übrige Jahr brachliegen, da an den $365 - 61 = 304$ übrigen Tagen im Jahr die Belastung die Höhe von 700 MW nicht übersteigt, wofür bereits die Maschinen für die Grundlast vorhanden sind. Es wäre wirtschaftlich bedeutungslos, wenn man auch außerhalb der 61 Tage etwa mit den neuen Maschinen des Spitzenwerkes arbeiten wollte, weil man dann dafür schon aus den vorhandenen 700 MW-Betriebsmaschinen einen gleich großen Teil stilllegen müßte. Es ist klar, daß der Bau und Betrieb eines solchen reinen Spitzenkraftwerkes völlig unwirtschaftlich wäre. Aber mit dem Speicherwerk verhielte es sich genau so, wenn seine einzige Funktion die Spitzendeckung wäre, wenn nicht u. a. noch nebenbei sein großer Vorzug der „fast momentanen Reserve“ bestünde. In wenigen Minuten kann die gesamte Leistung des Speicherwerkes betriebsbereit im Stadtnetz eingreifen, während eine Dampfreserve erst nach etwa einer Stunde verfügbar wäre, falls nicht Wärmespeicher mit besonderen Speicherturbos vorhanden sind, die aber in ihrer Leistung nicht an die eines Wasserspeichers heranreichen. Diese Momentanreserve läßt sich nach Ausbau des Speicherwerkes noch bedeutend durch Aufstellen weiterer großer Turbinen mit Generatoren vermehren, was nur einen Bruchteil der Kosten entsprechender Dampfreserven verursachen würde. Im Gegensatz zu Dampfanlagen behalten die wasserbaulichen Anlagen auch nach ihrer Abschreibung ihren Nutzungswert.

Der Hauptvorteil des Speicherwerkes beruht aber auch ohne diese große Spitzendeckungsmöglichkeit darin, daß es sämtliche Belastungstöße übernimmt und so dem erzeugenden Dampfkraftwerk die Möglichkeit gibt, mit stets gleicher Belastung zu fahren.

Es ist leicht einzusehen, daß dies einen wirtschaftlichen Vorteil bedeutet, wenn z. B. tägliche Verluste vermieden werden können, wie z. B. um 12 und 17 Uhr bei Fabrik- und Büroschluß, wo ein plötzliches Abfallen der Belastung eintritt und die auf Rosten und im Kesselwasser enthaltene Wärme zum Teil ungenutzt verloren geht; und wenn ebenso schnell wieder hochgefahren werden muß. Diese Kenntnis ist jedoch noch keine wirtschaftlich rechnerisch und kalkulatorisch verwertbare reelle Größe.

Ebenso ist es klar, daß bei gleichmäßigem „Strichfahren“ der ganze Maschinenpark viel mehr geschont wird. Mit effektiven Ersparnissen an Instandhaltung und Reparaturen konnte man deshalb aber bisher nicht rechnen. Diese Momente sollen nachstehend untersucht und der wirtschaftliche Einfluß der Resultate gezeigt werden.

Es war schon einleitend gesagt, daß nur reife Betriebsergebnisse hier als befriedigende Antwort gelten können.

Bezüglich der Kohlenersparnis war in einem großen

1. städtischen Dampfkraftwerk, das zeitweilig in die Lage kommt, als Grundlastwerk auf Strichfahrbetrieb zu arbeiten und zeitweise im Diagrammbetrieb auf Grundlast und Spitzenlast zusammen, der „Bestwert“, d. h. bei Strichfahren = 4200 kcal je kWh und im „Monatsmittel“, d. h. mit Diagrammbelastung = 4900 kcal/kWh, also mit 16,6 % Ersparnis bei Strichfahren,
2. in einem modernen Großkraftwerk betrug diese Ersparnis 15 % und nach einer
3. dritten Feststellung sogar bis 20 %.

In der späteren Wirtschaftlichkeitsberechnung soll mit 16,6 % bzw. mit den Werten 4200 und 4900 kcal/kWh gerechnet werden.

Bei niedrigerem oder höherem spez. Kohlenverbrauch eines Werkes wird das Verhältnis dasselbe sein.

Aus den Betriebsergebnissen von 18 der bedeutendsten Kraftwerke des deutschen Sprachgebiets ergaben sich für Reparaturen und Instandhaltung der am meisten bei Betrieb mit wechselnder Belastung beeinflußten Kessel und Dampfturbinen in verschiedenen Jahren nachstehende Mittelwerte:

Reparaturen und Instandhaltung	in Prozent der gesamten Instandhaltungskosten	je nutzbar abgegebene kWh	
Kessel und Rohrleitung	46	0,17 Pf	0,22 Pf
Dampfturbinen	15	0,05 „	

Dieselben Werte stellten sich für eines der größten Grundlastwerke auf:

Kessel und Rohrleitung	41	0,11 Pf
Dampfturbinen	15	

Obwohl diese letzte Zahl einem Großbetrieb ersten Ranges unter einem der namhaftesten Betriebsleiter entstammt, darf man sie doch nicht ohne weiteres gegen die obigen Grundlast-Spitzenwerke ausspielen, weil es sich hier um 7000 Vollaststunden handelt und das Mittel erstgenannter 18 Werke ungefähr bei der Hälfte dieses Wertes liegt. Natürlich dürfte man aber, um auf gleiche Basis zu gelangen, deshalb den Wert nicht einfach verdoppeln, weil die spezifischen Instandhaltungskosten vor allem der Kessel (Schamotte) bei 7000 und 3500 Vollaststunden nicht dieselben bleiben, und wenn auch nicht im gleichen Verhältnis, so doch angenähert um etwa ¼ niedrigere wären. Man wird nicht zu günstig und nicht zu ungünstig rechnen, wenn man die Werte 0,22 Pf/kWh für Diagrammfahren 0,15 Pf/kWh für Strichfahrbetrieb gegenüberstellt. *(Schluß folgt.)*

Betriebserfahrungen auf den elektrisierten Linien der Österreichischen Bundesbahnen.

Von Ministerialrat Ing. **Hugo Luithlen**, Wien*.

(Schluß von S. 1052.)

Kraftübertragungen.

Die 55 kV-Übertragungsleitungen stellen ein Netz von rd. 490 km dar. Dem vom Standpunkte der Instandhaltung zu stellenden Wunsche, diese Leitungen so zu führen, daß sie leicht, womöglich von der Bahnlinie aus überwacht werden können, konnte nur in geringem Maße Rechnung getragen werden. Die Führung auf dem Bahngestänge selbst wurde aus Gründen der Überwachung und Erhaltung, insbesondere auch der Fahrleitung, nicht gewünscht, und so mußte mit der Trasse in vielen Fällen weit abseits von der Bahnlinie gegangen werden, weil diese im gebirgigen Gelände und in engen Flußtälern schon allen verfügbaren Raum für sich in Anspruch genommen hatte. Die Begehung der Übertragungsleitungen, welche Meereshöhen von mehr als 2000 m erreichen, stellt daher an das Leitungspersonal ziemlich große Anforderungen, besonders da viele Teile auch weitab von einer durch Kraftwagen erreichbaren Stelle liegen. Die Schaltung der Übertragungsleitungen derart, daß die Unterwerke „aufgefädelt“ werden, wurde auch bei dem abseits gelegenen Unterwerk Matrei am Brenner durchgeführt, u. zw. durch Führung zweier Doppelleitungen an einem Gestänge. Die durch den Umweg über Matrei herbeigeführte Verlängerung der nach

* Für die Beurteilung betriebstechnischer Angelegenheiten wurde der langjährige Vorstand der Kraftwerks- und Elektrostreckenleitung in Innsbruck, Herr Oberbaurat Ing. Friedrich Wirth, als Mitarbeiter gewonnen.

Osten (zum Unterwerk Hall bzw. zum Achenseewerk, Stubachwerk und Mallnitzwerk) führenden Verbindung um mehr als 20 km wird vom Standpunkte des Leitungswiderstandes in der Übertragung unangenehm empfunden und wird durch Anknüpfung des Unterwerkes Matrei durch die als Stichleitungen umgeschalteten vorhandenen Leitungen behoben werden.

Die bei den Übertragungsleitungen verwendeten Bauelemente haben sich im allgemeinen gut bewährt. Das neben dem Eisengestänge vielfach verwendete Eisenbetongestänge aus an Ort und Stelle gestampften Masten (Abb. 4) ist nicht nur beim Bau durch den hierbei erzielbaren raschen Baufortschritt, sondern auch beim Betrieb durch das Wegfallen der Erneuerung des Mastanstriches als vorteilhaft erkannt worden. Die bei einem Leitungsriß auf der ersten „Eisenbetonstrecke" aufgetretenen, der geringeren Elastizität zugeschriebenen, übrigens leichten Beschädigungen an einigen Eisenbeton-Tragmasten konnten unschwer ausgebessert werden und hätten wohl vermieden werden können, wenn schon damals Auslösklemmen verwandt worden wären.

Die beim Eisengestänge in Vorarlberg (im Jahre 1925) versuchsweise eingeführte Feuerverzinkung der Mastköpfe und Ausleger hat sich bisher sehr gut bewährt, konnte aber wegen der Kosten im Wettbewerbe mit den Eisenbetonmasten nicht fortgesetzt werden. Die verwendeten Isolatoren verschiedener Bauarten, aber fast ausschließlich kittlose Hängeisolatoren, haben sich im Betriebe bewährt. Der im Jahre 1925 als „Einheitsisolator" entwickelte Knüppelisolator[11] wurde insolange auch bei den Übertragungsleitungen verwendet, als diese Leitungen aus Kupferseilen und mit Spannweiten von etwa 170 m hergestellt wurden. Bei den später gebauten Aluminiumleitungen (Aldrey) mit Spannweiten von 250 m und mehr reichte der „Einheitsisolator" mit der von den Porzellanwerken garantierten Bruchfestigkeit von 4800 kg nicht mehr aus, und es wurden Kappenisolatoren (V-Ringisolatoren, Kegelkopfisolatoren usw.) mit 7000 kg gewährleisteter Bruchlast eingebaut. Bei den „Einheitsisolatoren" ergaben sich einige Risse im Porzellankörper, besonders bei Eintritt sehr großer Kälte[12]. Auf Grund der im Betriebe gemachten Wahrnehmungen wurden die neueren Übertragungsleitungen bei den Tragmasten durchweg mit Auslöseklemmen (zweier verschiedener Bauarten) und Schutzhörnern ausgestattet. An Leitermaterial kam neben Kupfer auch Aldrey, u. zw. auf 120 km Trassenlänge zur Verwendung. Die Ersparung an Baukosten bei den Aldrey-Leitungen war erheblich, so daß die für den Instandhaltungsdienst und die Baustoffverwaltung bestehende Unbequemlichkeit besonderen Kleinmaterials gerechtfertigt erscheint. Aldrey erfordert größere Sorgfalt beim Auslegen der Seile und bei der Herstellung von Verbindungen, um Anschmorungen zu vermeiden.

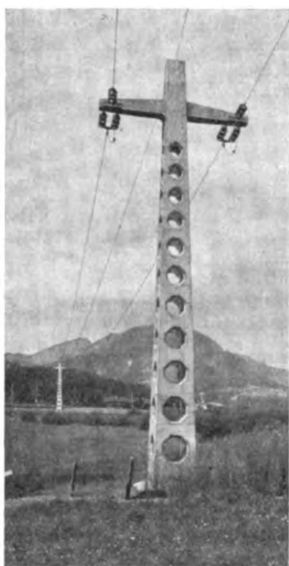


Abb. 4. Eisenbeton-Abspannmast der 55 kV-Übertragungsleitung.

Die Unterwerke sollen nach den gemachten Erfahrungen in Eisenbahn-Knotenpunkte verlegt werden, um die einzelnen abzweigenden Linien leicht schalttechnisch beherrschen zu können und um die an solchen Punkten vorhandenen ausgedehnten Fahrdrahtanlagen über Verladegleisen und in Zugförderungsanlagen an eigene Selbstschalter hängen zu können, wodurch die Wirkung der dort besonders oft auftretenden Kurzschlüsse auf einen kleinen Bereich eingeschränkt und von den Hauptgleisen mit durchgehendem Verkehr abgehalten wird.

Die grundsätzliche Schaltung der Unterwerke erfuhr gegenüber der ursprünglichen[13] einige Abänderungen. In die Übertragungsleitung wurden zwischen den zwei zu den „Kupplungschaltern" führenden Anschlüssen neue, normal offene Trennmesser („Durchschalte-Trennmesser") eingebaut. Ferner wurden die „Doppelsammelschienen 16 500 V" als unnötig ausgebaut. Das Feld „Fahrleitung Station" wurde in den alten Unterwerken (bei Anschaltung der Bahnhofsfahrleitung an ein Fahrlinien-Ölschalterfeld) in ein Reservefeld umgewandelt. In den neuen Unterwerken sind, wenn das Unterwerk in einem großen Bahnhofe, z. B. Wörgl, Hall, Feldkirch, liegt, für die Bahnhoffahrleitungen Ölschalterfelder vorhanden, sonst sind diese Fahrleitungen im Unterwerk durch Trennmesser schaltbar gemacht.

Die seit dem Jahre 1925 durchwegs angewendete neuere Bauart der Unterwerke als „Halb-Freiluftanlagen"[14] hat sich im Betriebe sehr bewährt. Die bei der älteren Bauart (mit Unterbringung auch der 55 kV-Einrichtung im Gebäude) anfänglich aufgetretenen Störungen an den Ölumlauf-Kühlanlagen der Transformatoren wurden behoben. Im Unterwerke Roppen, wo mangels einer anderen Möglichkeit der Kühlwasserbeschaffung das Kühlwasser aus dem Innflusse entnommen wurde und wo es sich als praktisch fast unmöglich herausgestellt hatte, die jährlich auftretende sehr starke Versandung durch das Hochwasser des Inn vom Kühlwasser-Einlaufkanal fernzuhalten, wurde die Wasserkühlung durch eine außerhalb des Unterwerkes angeordnete Luftkühlungseinrichtung ersetzt. In den Unterwerken (älterer und neuerer Bauart) bei den 15 kV-Ölschaltern aufgetretene Schäden machten kleine Abänderungen notwendig. In einem Falle entstand bei einem solchen Schalter infolge Überschlages an einer für die gesteigerte Kurzschlußleistung zu kurz bemessenen Durchführung ein starker Ölauswurf mit Ölbrand und heftiger Erschütterung bei starker Verqualmung des Schaltraumes. Die häufige Auslösung der 15 kV-Ölschalter (im Jahre 1931 kamen in den 12 Unterwerken 1555 Auslösungen vor) verursacht viel Arbeit, weil die Lieferfirmen fordern, die Ölschalter müßten nach ganz wenigen (3 ⋯ 5) schweren Abschaltungen geöffnet und nachgesehen werden. Da verschiedene Beobachtungen und auch Erprobungen an einzelnen Schaltern mit Recht vermuten lassen, daß diese Forderung zu weit geht, wird es Sache weiterer Beobachtungen und des Einvernehmens mit den Firmen sein, die Zahl der Revisionen wesentlich einzuschränken.

Die in neuerer Zeit in Unterwerken teilweise verwendeten 55 kV-Standisolatoren aus keramischem Material in Einscherbenausführung, die zwecks Erhöhung der elektrischen Festigkeit mit einer isolierenden Masse ausgegossen waren, zeigten mehrfach Durchschläge und wurden durch Vollkernisolatoren ersetzt. Bei den 55 kV-Trennschaltern einer bestimmten Bauart sind Lockerungen des Drehisolators aufgetreten, weil die Isolatorstützen in die Isolatoren glatt eingekittet waren. Bei den nach 3 ⋯ 4 Betriebsjahren erfolgenden Untersuchungen der aus den Kesseln gehobenen Transformatoren zeigte sich wiederholt die Notwendigkeit, locker gewordene Wicklungsabstützungen zu verfestigen und stellenweise Reparaturen vorzunehmen.

Fahrleitung.

Die Herstellung und Erhaltung der Fahrleitung erfuhr dadurch eine Vereinfachung, daß es gelang, in den Tunnels mit dem (nur wenig geänderten) normalen Stromabnehmer durchzukommen. Der früher notwendig gewesene zweite schmale „Tunnelstromabnehmer" verlangte von einer bestimmten Fahrdrahthöhe nach abwärts ein kleineres Zickzack[15] als der normale, in freier Strecke wirkende Stromabnehmer. Die natürlich auch vom Standpunkte der Lokomotiverhaltung zu begrüßende Vereinfachung erforderte nur wenig „Abspitzarbeiten" in den Tunnels. In der Unterteilung der Fahrleitung mußte auf Grund der Betriebserfahrungen eine Änderung dadurch herbeigeführt werden, daß unüberbrückbare Streckentrenner „Schutzstrecken", wie sie bis dahin nur bei den Grenzbahnhöfen angeordnet waren, auch zwischen je zwei Unterwerken eingebaut wurden, um die Speisebereiche zweier nicht synchron laufender Kraftwerke sicher voneinander trennen zu können. Die Lage der Schutzstrecken muß unter Bedachtnahme auf die zweckmäßige Ausdehnung der einzelnen Speisebereich-Abschnitte der Unterwerke gewählt werden. Anderseits müssen vom Standpunkte der Verkehrsabwicklung die Schutzstrecken außerhalb des Verschubbereiches von Bahnhöfen so angeordnet sein, daß das Fahren mit Schwung — „Ölschalter Aus" — über die spannungslose Stelle ohne Schwierigkeit möglich ist. Die Erfüllung dieser Bedingungen ist im gebirgigen Gelände, wo für die Bahnhöfe in den Ram-

[11] Luithlen, ETZ 1927, S. 1213.
[12] Schuster, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 47, S. 1102 (1929).
[13] Abb. 15 in ETZ 1924, S. 1401.
[14] ETZ 1927, S. 1213.
[15] Luithlen, Elektr. Bahnen Bd. 3, S. 184 (1927).

pen nur kurze Strecken mit geringer Neigung eingeschaltet sind, nicht immer leicht. Die Schutzstrecken sind mit Schaltern ausgestattet, die einerseits die Außerbetriebsetzung der Trennstelle, anderseits die Flottmachung von etwa hängengebliebenen Zügen ermöglichen. Die Fernschaltung dieser Schalter mit Betätigung vom Bahnhofe aus ist wegen der vergleichsweise hohen Kosten erst in einer Station (St. Anton a. A.) durchgeführt. Auch die Schaltung der Fahrleitung in großen Bahnhöfen mußte nach den gemachten Erfahrungen zum Teil dahin abgeändert werden, daß neben der vorhandenen Längsteilung auch noch eine Querteilung erfolgt, wodurch bei Revisionen und Arbeiten an der Fahrleitung des einen Stationskopfes die Ein- und Ausfahrt der Züge am anderen Stationskopf aufrecht erhalten bleiben kann.

Ein anderer vom Verkehrstandpunkte wichtiger Grundsatz: die bei Abschaltung einzelner Gleisgruppen tunliche Aufrechterhaltung der Ein- und Ausfahrt bei anderen Gleisgruppen, wird in erhöhtem Maße zu berücksichtigen sein, u. zw., wenn nötig, auch durch einen etwaigen Umbau der betreffenden Gleisanlagen vor Inangriffnahme der Elektrisierung. (Beim etwaigen Umbau der Bahnhöfe auf den zu elektrisierenden Linien wird diesem Grundsatze natürlich Rechnung getragen werden.) Von dem Einbau von Blitzschutzvorrichtungen in die Fahrleitung, wie er früher bei den Trennstellen der Unterwerksbereiche und bei Einschaltung von Kabelstrecken üblich war, wurde später Abstand genommen, ohne daß sich im Betriebe irgendwelche Nachteile ergeben hätten. Diese Apparate haben fortlaufend recht umständliche Instandsetzungen notwendig gemacht und manchmal zu Störungen Anlaß gegeben.

Die Einheitsbauart der Fahrleitung[16] hat sich im Betriebe bewährt und wurde bis zum Ende der Bautätigkeit angewendet. Die auf einzelnen Teilstrecken ausgeführte Anordnung des Zickzacks nur im Fahrdraht (während das Tragseil in der Gleisachse bleibt) hat bei den Betriebsdienststellen Anklang gefunden, da diese Anordnung nach den gemachten Wahrnehmungen gegen den (zu Stromabnehmer-Entgleisungen führenden) Windabtrieb steifer ist.

Auf die einzelnen bei der Fahrleitung verwendeten Baustoffe übergehend, wird bezüglich des Gestänges bemerkt, daß die in der allerersten Zeit eingebauten Holzmaste (verwendet als Ständer einer Jochkonstruktion) allmählich gegen eiserne Maste ausgetauscht werden, weil die Holzmaste sich zu stark deformieren. Da die in einer nur etwas später gebauten Teilstrecke verwendeten Holzmaste sich viel besser halten, hier aber Holzmaste nur in gerader oder wenig gekrümmter Strecke ($R > 500$ m) verwendet wurden, kann als Betriebserfahrung gelten, daß Holzmaste jedenfalls für Bogen mit kleinen Halbmessern ungeeignet sind. Für die Einheitsfahrleitung kommen Holzmastjoche aus konstruktiven Gründen nicht in Betracht. Die Verwendung alter Straßenbahnschienen (an Stelle von I-Trägern) hat hinsichtlich Bauwirtschaftlichkeit enttäuscht.

Bei den in den älteren Strecken verwendeten Schlingenisolatoren (Bauart Hewlett) tritt öfters — vielfach infolge elektrischer Durchschläge — ein Reißen der Stahlschlinge ein, weshalb diese Isolatoren, insbesondere in Abspannungen, gegen Isolatoren anderer Bauart ausgetauscht werden. Die seit dem Jahre 1924 angewendete „einfache" Isolation — ein Isolator zwischen Fahrdraht und Mast — hat sich bewährt und wurde beibehalten. Die Knüppelisolatoren der Einheitsfahrleitung[17] haben sich hinsichtlich der Überschlagsfestigkeit (unter Regen etwa 53 kV) im allgemeinen bewährt, diese hat nur in Bahnhöfen mit gemischtem Betrieb (wegen der Verrauchung), in der Nähe von Zementwerken und im Bereiche einer Kupferhütte (wegen der Bildung von Niederschlägen auf der Glasur) nicht genügt. An diesen Stellen mußten Knüppelisolatoren mit zwei keramischen Schirmen (Abb. 5) verwendet werden, die eine Überschlagspannung unter Regen von etwa 83 kV aufweisen. Unter ganz besonderen metereologischen Verhältnissen (Seenebel) hat sich gezeigt, daß Steatitisolatoren mit rauherer Oberfläche nicht so gut die Spannung hielten wie die Porzellanisolatoren mit glatter Glasur. So große Vorteile der Knüppelisolator wegen seiner konstruktiven Verwendbarkeit und insbesondere wegen seiner Durchschlagsicherheit bietet, ist man doch auf Grund der Betriebserfahrungen — es kamen bei Eintritt scharfen Frostes Risse im Porzellankörper, knapp an einer der Kappen, vor — zur Überzeugung gelangt, daß für Fahrdraht-Abspannungen wegen der bei einem Isolatorbruch auftretenden weitreichenden Störung der Fahrleitungskette besser Kappenisolatoren, u. zw. zwecks Annäherung an die Durchschlagfestigkeit des Knüppelisolators in doppelter Isolation (zwei Kappenisolatoren hintereinander) verwendet werden. Die in den Streckentrennern[18] eingebauten Stabisolatoren gingen einigemal unter der Einwirkung des Rauches darunterstehender Lokomotiven im Flammbogen zu Bruche, weshalb die Anbringung von Schutzhörnern geprüft wird.

Die Verwendung von verzinkten Stahlseilen als Tragseile der Fahrleitungskette gibt trotz sehr guter Verzinkung (verbleite Seile werden in Österreich nicht hergestellt) und trotz Aufbringung eines Schutzanstriches wegen des während der Bauzeit auf jeden Fall unvermeidlichen Dampfbetriebes Anlaß zu recht umfangreichen Instandhaltungsarbeiten (Entrosten, Streichen). Die auf Grund dieser Erfahrungen in letzter Zeit geübte Verwendung von Bronze- oder Kupferpanzerstahl-Seilen hat sich bewährt. Bei den in die Fahrleitungen eingeschalteten 15 kV-Kabeln (insbesondere Schalterleitungen in Bahnhöfen) hat sich gezeigt, daß es notwendig ist, den Querschnitt in Berücksichtigung der bei außergewöhnlichen Schaltungen vorkommenden Stromstärken ausreichend zu bemessen.

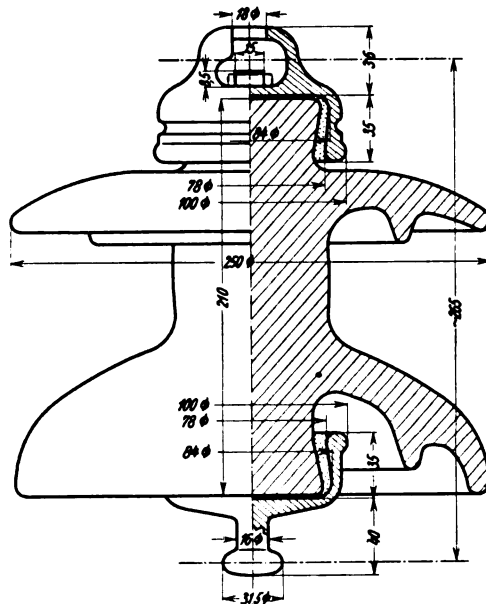


Abb. 5. Knüppelisolator mit zwei keramischen Schirmen.

Bei den Freileitungs-Endverschlüssen dieser Kabel traten wiederholt Explosionen auf, die teilweise auf vorgefundene, durch Einsaugen von Feuchtigkeit entstandene Wassereinschlüsse zurückgeführt werden. Die mit verschiedenen Bauarten gemachten Versuche sind noch nicht abgeschlossen.

Die bei den Fahrdraht-Abspannungen aus Ersparnisgründen verwendeten Betongewichte haben sich nicht besonders bewährt, weil sie bei (vereinzelt vorgekommenen) Kettenrissen beim Herunterfallen beschädigt wurden. Auch wird darüber geklagt, daß manchmal die Betongewichte die Fahrleitung verziehen, weil nach einem Regen die Gewichte je nach der Besonnung verschieden rasch trocknen und daher benachbarte Gewichte verschieden schwer sein können.

Das Kleinzeug der Einheitsfahrleitung hat sich im allgemeinen hinsichtlich Formgebung und Material (Bronze, Preßmessing, Temperguß) bewährt. Nur eine Art von Anschlußklemmen hat versagt, und es hat sich wieder gezeigt, wie außerordentlich wichtig jede Klemmstelle vom Standpunkte der Verhinderung der Erwärmung infolge schlechten Kontaktes und der zu befürchtenden Anschmorungen und Seilrisse ist. In dieses Kapitel gehört auch die bei den Stromzuführungen zum Fahrdraht gemachte Erfahrung, daß das Zuleitungseil zwecks Vermeidung von Anbrennungen nicht lose beim Tragseil vorbeigeführt werden darf, sondern an dieses Seil angeklemmt werden muß.

Rückleitung.

Die anfänglich geübte Überbrückung der Schienenstöße mit Längsverbindern wurde seit dem Jahre 1925 nicht mehr durchgeführt, da sich die Entbehrlichkeit dieser sowohl

[16] ETZ 1927, S. 1214.
[17] ETZ 1927, S. 1213.
[18] Luithlen, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 46, S. 805 u. 821 (1928).

in der Anschaffung als in der Erhaltung teueren Verbinder herausstellte. Eine Überbrückung der Schienenstöße und die Herstellung von Querverbindungen erfolgt nur mehr bei Wegkreuzungen; außerdem werden die Schienenstränge der Bahnhöfe mit Querverbindungen ausgerüstet. Um die Zulässigkeit des Betriebes ohne Schienenverbinder auf freier Strecke vom Sicherheitstandpunkte darzutun, wurden im Betriebe Messungen gemacht. Bei diesen stellte sich z. B. heraus, daß während der Bergfahrt eines schweren Güterzuges auf der Brennerlinie die zwischen Fahrschienen und guter künstlicher Erde auftretende Spannung nicht höher als bis auf 20 V stieg, eine Spannung, die keine Gefährdung verursachen kann[19].

Betriebs- und Instandhaltungsdienst.

Bei den Energieerzeugungs- und Leitungsanlagen wurden in jedem Kraftwerke eine Werksleitung und auf die Strecke verteilt (im allgemeinen bei den Unterwerken) 13 Leitungsmeistereien errichtet. Diese Dienststellen unterstehen der K. E. L. in Innsbruck[20]. Im ganzen verfügt diese Dienststelle über 312 Bedienstete, wovon sich in den vier bahneigenen Kraftwerken 63 befinden. Die Unterwerke sind dauernd nur mit je 1 Schalttafelwärter besetzt, so daß auch die Instandhaltung der Unterwerkseinrichtungen dem Leitungspersonal obliegt, das aus 162 Mann besteht. Die Länge der instand zu haltenden Übertragungsleitungen beträgt gegen 500 km, der Fahrleitungsanlagen gegen 1200 km. Für die Überwachung der Anlagen bestehen weitgehende behördliche Vorschriften; so müssen z. B. die Übertragungsleitungen, abgesehen von den öfteren Kontrollgängen, zweimal im Jahr begangen und besichtigt werden, wobei einmal alle Maste bis zur Spitze bestiegen werden müssen, um das Erdseil untersuchen zu können. Bei den Revisionen der Übertragungsleitungen wird außerdem auf den tadellosen Zustand der Isolatorengehänge und der Masterdungen das größte Gewicht gelegt. Sehr wichtig ist auch die Überprüfung der richtigen Lage der an Straßen- und Leitungskreuzungen bei den Auslöseklemmen verwendeten Anschlußklemmen, die den zu großen Durchhang bei Seilrissen in Nachbarfeldern verhindern sollen.

Bei der Überwachung der Fahrleitungen wird besondere Aufmerksamkeit der richtigen Fahrdrahthöhe und dem Zickzack gewidmet, hier sind immer wieder Regelungen nötig, weil sich nicht nur die Leitung selbst ändert und verzieht, sondern weil der das Spiel des Stromabnehmers auf der Fahrleitung stark beeinflussende Zustand des Oberbaues fortwährend Änderungen erfährt (Regelung der Überhöhungen, Unterstopfen der Schwellen, Korrektur der Gleisbögen usw.). Sehr wichtig ist auch die Überprüfung der Gangbarkeit der selbsttätigen Nachspannvorrichtungen, da bei der Einheitsfahrleitung die dem System eigentümliche, vergleichsweise kleine (je nach dem Fahrdrahtquerschnitt von 100 bzw. 65 mm^2 600 bzw. 480 kg betragende) Fahrdrahtspannung keine Verminderung durch Hängenbleiben der Gewichte o. dgl. verträgt. Da öfter ein Steckenbleiben der Rollen wahrgenommen wurde, mußte für die dauernde Schmierung der Rollenachsen durch Anbringung von Stauferbüchsen gesorgt werden. Das mehrfach beobachtete Aufsitzen der Gewichte infolge Dehnung des Kettenwerkes machte anfangs ein Kürzen der Ketten erforderlich. Im übrigen ist ein Nachstellen oder eine andere Änderung (etwa nach der Jahreszeit) zur Aufrechterhaltung der den nachspannbaren Teilen des Kettenwerkes bei der Montage endgültig erteilten Spannungen nicht notwendig. Hierzu sei bemerkt, daß beim Bau die herrschende Temperatur nur hinsichtlich der Fahrleitungen der Bahnhöfe berücksichtigt wird, wo nur der Fahrdraht (nicht aber, wie auf der freien Strecke, auch das Tragseil) nachspannbar eingerichtet ist. Für die Montage des festverlegten Tragseiles in den Bahnhöfen kann folgende (dem Verfasser von der AEG—Union E.G., Wien, zur Verfügung gestellte) Spanntafel verwendet werden.

Spanntafel für das unbelastete Tragseil der Bahnhoffahrleitung mit 50 mm^2 Stahltragseil und 100 mm^2 Fahrdraht.

Temperatur °C	Seilzug in kg	Durchhang in cm
+ 40	137	128,5
+ 30	143	123,0
+ 20	150	117,0
+ 10	158	111,5
0	167	105,0
− 10	179	92,5
− 20	192	91,5
− 25	199	88,0

[19] Luithlen, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 48, S. 855 (1930).
[20] ETZ 1927, S. 1214.

Die auf der Mittenwaldbahn ohne Nachspannvorrichtungen gemachten Betriebserfahrungen zeigen, daß beim Verkehr von zweibügeligen Lokomotiven (die alten Mittenwaldbahn-Lokomotiven hatten nur einen Stromabnehmer) trotz geringer Fahrgeschwindigkeit öfters Bügelentgleisungen vorkommen, die bei selbsttätiger Fahrdraht-Nachspannung nicht eintreten würden. Bei der Revision wird auch der Erhaltung der Erdungsvorrichtungen an den Masten besonderes Augenmerk zugewendet, u. zw. besonders in jenen Strecken, wo das Fahrleitungsgestänge keine durchlaufende Erdleitung trägt.

Betriebstörungen.

In den Energieerzeugungs- und Leitungsanlagen werden Störungen durch sehr verschiedene Ursachen hervorgerufen: so durch Blitzschläge, Stürme, Lawinen, Muren, Steinschlag, Sprengschüsse, Baumsturz, Verschlechterung der Isolation durch Verschmutzung und Alterung, Konstruktionsfehler, Fehler bei der Handhabung und in der Erhaltung der Anlagen, Einwirkung von Tieren (Vögeln, Eichhörnchen) usw. Es ist daher nicht zu verwundern, daß die Störungen, u. zw. besonders in den Fahrleitungsanlagen, häufig sind. Sie führen aber oft nur zu Schalterlösungen in den Kraft- und Unterwerken; im Jahre 1931 wurden 136 Schalterlösungen bei den 55 kV-Schaltern in den Kraftwerken und 1555 Schalterlösungen bei den 15 kV-Schaltern der Unterwerke gezählt. Neben Schäden an den Schaltern, Isolatoren und Kabeln sowie neben Draht- und Seilrissen verursachten Schalterlösungen an den 15 kV-Schaltern auch die vielfach an den Lokomotiven auftretenden Schäden (Einwirkung beschädigter Stromabnehmer auf die Fahrleitung, Kurzschlüsse in der Lokomotiveinrichtung), ferner das Einfahren auf geerdete Fahrleitungen, endlich das Einhängen von Erdungstangen in unter Spannung stehende Fahrleitungen. Da die Ursache oft nur vorübergehend wirksam bleibt und der Schaden auch oft rasch behoben wird, ist die Anzahl der sich überhaupt im Betriebe bemerkbar machenden, also „wesentlichen" Störungen vergleichsweise gering. In Zahlentafel 4 sind die Hauptursachen der „wesentlichen" Störungen zusammengestellt; in Zahlentafel 5 findet sich die Gesamtzahl der „wesentlichen" Störungen in den Jahren 1925 ··· 1931. Wie aus der letzteren Zusammenstellung hervorgeht, läuft auch ein großer Teil der „wesentlichen" Störungen ohne jede Beeinflussung des Eisenbahnverkehrs ab.

Zahlentafel 4. Ursachen der wesentlichen Störungen.

		Schalterschäden	Isolatorenschäden: Überschläge, Durchschläge, Risse	Draht- und Seilrisse	Lokomotivschäden: Stromabnehmer, Kurzschlüsse in der Lokomotiveinrichtung	sonstige Ursachen	Summe
in den Kraft- und Unterwerken	1925	4	2	—	—	12	18
	1926	2	—	—	—	7	9
	1927	4	1	—	—	19	24
	1928	4	8	—	—	15	27
	1929	2	3	—	—	8	13
	1930	—	3	—	—	30	33
	1931	2	—	—	—	6	8
Summe . .		18	17	—	—	97	132
an den Übertragungsleitungen	1925	—	—	5	—	1	6
	1926	—	2	3	—	2	[illegible]
	1927	—	2	3	—	2	[illegible]
	1928	—	1	6	—	4	11
	1929	—	2	6	—	3	11
	1930	—	2	—	—	9	11
	1931	—	4	2	—	26	32
Summe . .		—	13	25	—	47	85
an den Fahrleitungen	1925	—	16	6	26	27	75
	1926	—	12	10	19	29	70
	1927	—	19	11	18	25	73
	1928	—	27	15	23	82	147
	1929	—	39	14	17	80	150
	1930	—	35	4	38	80	157
	1931	—	50	2	19	102	173
Summe . .		—	198	62	160	425	845

Zahlentafel 5. Gesamtzahl der wesentlichen Störungen.

Im Jahre:

1925 . .	99	Fälle; hiervon ohne Beeinflussung des Verkehrs	30	Fälle
1926 . .	86	„ „ „ „ „ „	32	„
1927 . .	104	„ „ „ „ „ „	37	„
1928 . .	185	„ „ „ „ „ „	39	„
1929 . .	174	„ „ „ „ „ „	22	„
1930 . .	201	„ „ „ „ „ „	43	„
1931 . .	213	„ „ „ „ „ „	51	„

Unfälle im elektrischen Betriebsdienst 1925 ··· 1931.

Die meisten Unfälle durch den elektrischen Strom ereigneten sich bei den Erhaltungsarbeiten an der Fahrleitung. In 10 Fällen (8 Tote, 2 Verletzte) kamen Arbeitende durch eigene Unachtsamkeit mit unter Spannung stehenden Leitungen in Berührung, in 3 Fällen wurden Arbeitende durch Induktionstrom in abgeschalteten aber nicht geerdeten Leitungen verletzt, in 4 Fällen kamen Verletzungen durch Überschlag oder Flammenbogen zustande. Bei Arbeiten in den Kraft- und Unterwerken wurden 5 Arbeiter durch Berührung unter Spannung stehender Teile verletzt. 6 Unfälle (darunter 5 Todesfälle) ereigneten sich durch die Berührung der Fahrleitung beim Besteigen von Fahrbetriebsmitteln (Arbeiten auf dem Dache einer Elektrolokomotive im Lokomotivschuppen ohne vorherige Ausschaltung der Fahrleitung, Kohlenvorräumen auf dem Dampflokomotivtender, Besteigen eines Tunnelgerüstwagens durch einen Bediensteten des Bahnerhaltungsdienstes, Entladearbeiten ohne vorherige Abschaltung der Fahrleitung). — Ein tödlicher Unfall wurde durch Manipulation mit einem hölzernen Gegenstand am Lokomotiv-Stromabnehmer herbeigeführt.

Für die Schwierigkeit des Dienstes bei den elektrischen Anlagen seien folgende Beispiele angeführt: Bei einem im April durchgeführten Dienstgange des Werksleiters des Spullerseewerkes zum Einlaufbauwerk ging eine Lawine nieder, die den Werksleiter in die Tiefe riß, wobei er an beiden Beinen schwere Knochenbrüche davontrug und nur mit Mühe geborgen werden konnte. Bei einer im Juli durchgeführten Arbeit an der Arlbergpaß-Übertragungsleitung wurde wegen Neuschnees ein Arbeiter schneeblind, während der andere sich einen schweren Sonnenbrand der einen Gesichtshälfte zuzog. Charakteristisch sind auch die vielen Verletzungen (darunter 22 schwere) von Arbeitern, die durch Abstürzen von Turmwagen, Leitern und Masten sowie durch Abschnellen der Leitungen bei der Montage verursacht wurden. Recht schwere Unfälle eigenartiger Natur sind auch die „Gasunfälle" beim Reinigen von geschlossenen Ölbehältern mittels Benzin, beim Löschen eines Ölschalterbrandes und beim Anstreichen von Rohrleitungen in Stollen und anderen unbelüfteten Räumen.

Betriebseigenschaften der synchronen und asynchronen Blindleistungsmaschinen*.

Von Dipl.-Ing. Fritz Sardemann, Berlin.

(Schluß von S. 1032.)

D. Verhalten bei veränderlicher Netzspannung.

In engem Zusammenhang mit der eben behandelten Frage steht das Verhalten der verschiedenen Maschinengattungen bei Änderungen der Netzspannung, ohne daß an der Erregung eine Änderung vorgenommen wird. Dieses sei hier ohne irgendeine Berechnung aus der Leerlaufkennlinie und dem Potier-Dreieck entwickelt.

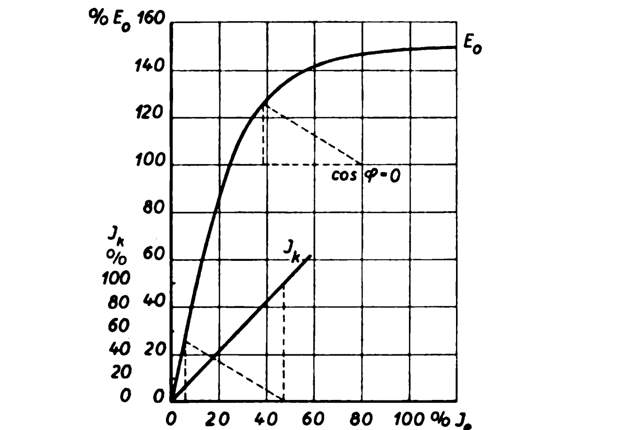


Abb. 6. Kompensierter Asynchrongenerator, Leerlauf- und Kurzschluß-Kennlinie.

Als Ausgangspunkt wurden die Leerlauf- und Kurzschluß-Kennlinie eines kompensierten Asynchrongenerators gewählt[12]. (Abb. 6). Um eine gute Vergleichsbasis für beide Maschinengattungen zu erhalten, wurde die vereinfachende Annahme getroffen, daß die Kennlinien der Synchronmaschine mit denen der Asynchronmaschine identisch seien.

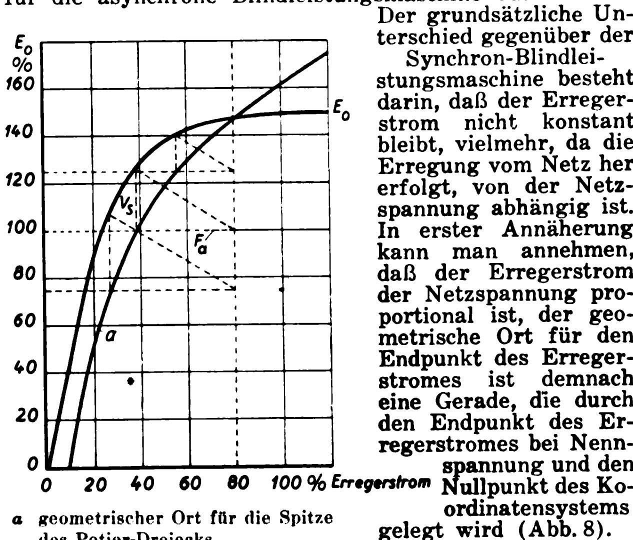
I. Synchronmaschine.

Das bei Änderung der Klemmenspannung gestörte magnetische Gleichgewicht wird durch Änderung der Streuspannung V_s und damit auch der Blindstromabgabe sowie des Ankerfeldes F_a wiederhergestellt. Die Seiten des Potier-Dreiecks ändern ihre Größe also proportional mit der Blindstromabgabe (Abb. 7). Da infolge der Konstanz des Erregerstromes, unabhängig von der Netzspannung, der rechte Eckpunkt des Potier-Dreiecks auf einer Parallelen zur Ordinatenachse wandern muß, braucht man lediglich von dieser Parallelen aus in dem durch die Klemmenspannung gegebenen Abstand von der Abszisse eine Parallele zur Hypotenuse des Potier-Dreiecks zu ziehen, deren Schnittpunkt mit der Leerlaufkennlinie die EMK und gleichzeitig auch die Größe des Potier-Dreiecks für diesen Betriebszustand festlegt. In Abb. 7 ist diese Konstruktion für 75 % und 125 % Klemmenspannung durchgeführt.

Nach diesem Verfahren läßt sich die im gleichen Bild eingetragene Kurve konstruieren, die den geometrischen Ort für die Spitze des Potier-Dreiecks bildet. Ihr Abstand von der die Größe des Erregerstromes festlegenden Parallelen zur Ordinatenachse, also das Ankerfeld F_a, läßt bei jeder Klemmenspannung die Größe der Blindstromabgabe erkennen.

II. Normale Asynchronmaschine.

In entsprechender Weise läßt sich die Ermittlung der Blindstromabgabe bei verschiedenen Klemmenspannungen für die asynchrone Blindleistungsmaschine durchführen. Der grundsätzliche Unterschied gegenüber der Synchron-Blindleistungsmaschine besteht darin, daß der Erregerstrom nicht konstant bleibt, vielmehr, da die Erregung vom Netz her erfolgt, von der Netzspannung abhängig ist. In erster Annäherung kann man annehmen, daß der Erregerstrom der Netzspannung proportional ist, der geometrische Ort für den Endpunkt des Erregerstromes ist demnach eine Gerade, die durch den Endpunkt des Erregerstromes bei Nennspannung und den Nullpunkt des Koordinatensystems gelegt wird (Abb. 8).



a geometrischer Ort für die Spitze des Potier-Dreiecks

Abb. 7. Synchrone Blindleistungsmaschine; Ermittlung der Blindstromabgabe.

Auf dieselbe Art, wie bei der Synschronmaschine geschildert, wird wieder die Kurve konstruiert, die den geometrischen Ort für die Spitze des Potier-Dreiecks bildet. Die Konstruktion ist in Abb. 8 für drei Punkte, $U = 75$, 100 und 125 %, durchgeführt.

In Abb. 9 sind die nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren ermittelten Kurven der Blindstromabgabe in Abhängigkeit von der Klemmenspannung für die synchrone wie auch für die asynchrone Blindleistungsmaschine aufgetragen. Im Vergleich dazu ist auch die Blindstromabgabe eines statischen Kondensators eingezeichnet, die dem Gesetz

$$I_B = U \omega C$$

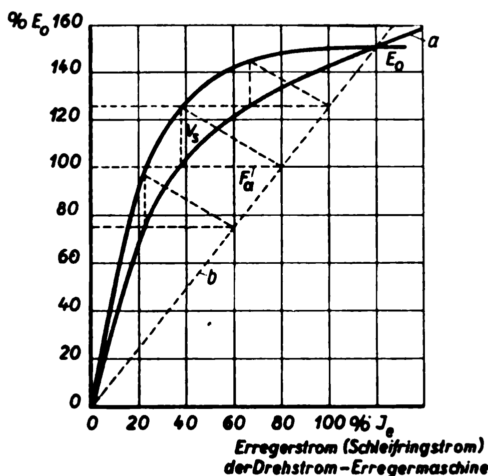
folgt, also eine Gerade darstellt. Man erkennt, daß in dem Gebiet unterhalb der Nennspannung das Verhalten der

---

* Nach einem Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 3. XI. 1931. Besprechung auf S. 1093 dieses Heftes.

[12] Schenkel, Elektr.-Wirtsch. Bd. 25, S. 457 (1926), Abb. 12.

asynchronen Blindleistungsmaschine dem eines statischen Kondensators ähnelt, während sie oberhalb der Nennspannung infolge der Sättigung einen Charakter aufweist, der dem der Synchronmaschine verwandt ist.



a geometrischer Ort für die Spitze des Potier-Dreiecks
b geometrischer Ort für den Endpunkt des Erregerstromes

Abb. 8. Asynchrone Blindleistungsmaschine; Ermittlung der Blindstromabgabe.

Das Verhalten der Synchronmaschine hinsichtlich ihrer Gegenwirkung gegenüber Spannungsänderungen ist günstiger als das der Asynchronmaschine, wenn auch nicht in dem Maße, als man es rein gefühlsmäßig anzunehmen geneigt ist. Jedoch hat die Tatsache, daß die Asynchronmaschine sich in dem Gebiete oberhalb der Nennspannung günstiger verhält als der statische Kondensator, nur untergeordnete Bedeutung, da es sich fast ausnahmslos um Spannungsenkungen handelt, die auszugleichen sind.

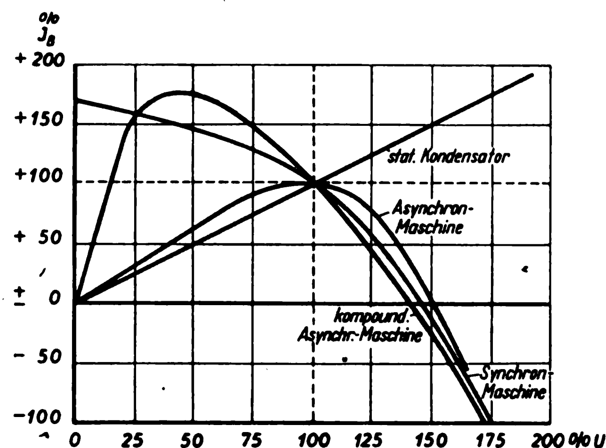


Abb. 9. Blindstromabgabe von Blindleistungserzeugern.

Eine völlige Angleichung der Blindstromcharakteristik der Asynchronmaschine an die der Synchronmaschine, d. h. Unabhängigkeit der Erregung von der Netzspannung, läßt sich erzielen, wenn man die Erregung über einen Synchron-Synchron-Umformer vornimmt.

III. Kompoundierte Asynchronmaschine.

Es gibt nun aber eine Möglichkeit, die Blindstromcharakteristik der Asynchronmaschine derart zu beeinflussen, daß sie wesentlich günstigere Ergebnisse hinsichtlich der selbsttätigen Spannungshaltung liefert als die Synchronmaschine.

Im Prinzip beruht die hierfür getroffene Einrichtung darauf (Abb. 10), daß im Erregerkreis der Drehstrom-Erregermaschine die Spannungen zweier mit verschiedener magnetischer Sättigung behafteter Stromkreise gegeneinander geschaltet sind, wie hier im Bild schematisch durch die beiden Transformatoren angedeutet wird. Die Erregerspannung der Drehstrom-Erregermaschine erhält infolgedessen die in Abb. 10 gezeigte Charakteristik, d. h. in einem weiten Bereich der Netzspannung fällt die Erregerspannung mit zunehmender Netzspannung.

Man kann in erster Annäherung annehmen, daß der Erregerstrom der Drehstrom-Erregermaschine der Erregerspannung proportional ist. Den geometrischen Ort für den Endpunkt des Erregerstromes bildet demnach die in Abb. 11 eingezeichnete Kurve. In der gleichen Weise, wie es oben für die Synchronmaschine und die normale Asynchronmaschine gezeigt ist, läßt sich auch hier wieder die Kurve konstruieren, die den geometrischen Ort für die Spitze des Potier-Dreiecks bildet, und damit die Größe der Blindstromabgabe in Abhängigkeit von der Klemmenspannung ermitteln.

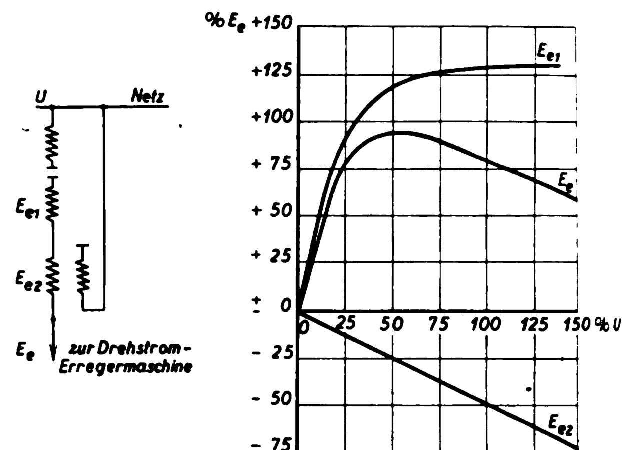
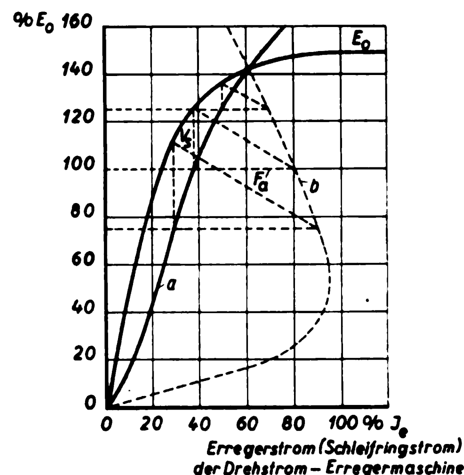


Abb. 10. Kompoundierung asynchroner Blindleistungsmaschinen.

Die Blindstromabgabe dieser Maschinengattung wurde gleichfalls in Abb. 9 mit eingetragen. Man sieht, daß das Verhalten der kompoundierten asynchronen Blindleistungsmaschine, was ihre Gegenwirkung gegen Spannungsänderungen im Netz betrifft, der Synchronmaschine nicht unwesentlich überlegen ist. Durch entsprechende Ausbildung der einzelnen Apparate im Erregerkreis läßt sich die Steilheit der Blindstromcharakteristik sowie die Lage ihres Umkehrpunktes nach Wunsch beeinflussen.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist die Erzeugung höherer Harmonischer durch die hohe magnetische Sättigung in einem Teil des Erregerkreises, weshalb man neuerdings mit anderen Schaltungen (z. B. 2 gegeneinandergeschalteten Erregermaschinen) das gleiche zu erreichen sucht. Derartige Schaltungen müssen aber den Preis des Maschinensatzes ungünstig beeinflussen und bedeuten naturgemäß eine Verwicklung des Schaltbildes der in dieser Hinsicht ohnehin der Synchronmaschine gegenüber benachteiligten Asynchronmaschine.



a geometrischer Ort für die Spitze des Potier-Dreiecks
b geometrischer Ort für den Endpunkt des Erregerstromes

Abb. 11. Kompoundierte asynchrone Blindleistungsmaschine; Ermittlung der Blindstromabgabe

E. Verhalten gegenüber plötzlichen Spannungs- und Frequenzschwankungen.

Die eben entwickelten Kurven sind die stationären Stromänderungs-Charakteristiken. Bei plötzlichen Spannungsänderungen lagert sich darüber noch ein stoßartiger Vorgang. Der im ersten Augenblick auftretende Ausgleichstrom, der der eingetretenen Spannungsänderung

entgegenzuwirken sucht, wird bei der Synchronmaschine ebenso wie der Stoßkurzschlußstrom etwas höher sein als bei der Asynchronmaschine. Dazu kommt, daß dieser Strom bei der Synchronmaschine infolge ihrer größeren Zeitkonstante langsamer auf den stationären Wert abklingt als bei der Asynchronmaschine. Die Synchronmaschine ist also gegenüber der Asynchronmaschine im ersten Augenblick im Vorteil. Nach dem Einsetzen der u. U. vorgesehenen Stoßerregung dürfte zwischen beiden Maschinengattungen kein allzugroßer Unterschied mehr bestehen. Man kann bei der Synchronmaschine u. U. eine besondere Stoßerregungseinrichtung überhaupt vermeiden, wenn man durch Kompoundierung der Erregermaschine ihre Rotorzeitkonstante erhöht.

Ist die Blindleistungsmaschine nicht imstande, das Zusammenbrechen der Netzspannung zu verhindern, so müssen beide Maschinengattungen vom Netz abgeschaltet werden.

Etwaige Auslöseeinrichtungen, die bei Spannungsrückgang ansprechen, können bei der Asynchronmaschine wesentlich unempfindlicher eingestellt werden als bei der Synchronmaschine und außerdem eine erheblich größere Zeitverzögerung erhalten.

Auch in ihrem Verhalten gegenüber stoßweisen Frequenzschwankungen ist die Asynchronmaschine der Synchronmaschine gegenüber im Vorteil. Die größere Neigung zum Pendeln rührt bei der Synchronmaschine daher, daß ihr Feld starr mit dem Läufer verbunden ist, während bei der Asynchronmaschine schon im normalen Betriebe eine Relativbewegung zwischen Drehfeld und Läufer auftritt. Immerhin dürfte die Stabilität der Synchronmaschine im allgemeinen als ausreichend zu betrachten sein.

Es ist kein Fall bekannt geworden, daß im BEWAG-Netz jemals eine Synchron-Blindleistungsmaschine bei einer Störung außer Tritt gefallen wäre, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß die Frequenz sich nur verhältnismäßig wenig ändert. Seit mindestens 1½ Jahren ist überhaupt keine Auslösung einer Blindleistungsmaschine infolge einer Netzstörung bei der BEWAG vorgekommen.

Noch etwas muß an dieser Stelle erwähnt werden. Es kommt vor, daß Asynchron-Blindleistungsmaschinen, beispielsweise infolge ungleicher Bürstenübergangswiderstände in Synchronlauf fallen. Dabei ergibt sich eine ungleichmäßige Belastung des Läuferkreises. Wird der Synchronbetrieb nicht rechtzeitig bemerkt, so kann eine Beschädigung der Läuferwicklung die Folge sein. Handelt es sich um eine Maschine mit läufererregter Drehstrom-Erregermaschine, so hält es gar nicht so sehr leicht, die Maschine wieder zu asynchronisieren.

F. Verhalten bei Kurzschluß.

Während eine Synchronmaschine einen Stoßkurzschlußstrom in der Höhe etwa des 10fachen Normalstromes besitzt, liegt dieser Wert bei einer Asynchronmaschine etwa beim 6 ··· 8fachen Normalstrom, da infolge des Nichtvorhandenseins einer Dämpferwicklung die Läuferstreuung in ganz erheblich höherem Maße bei der Begrenzung des Stoßkurzschlußstromes mitwirkt als bei der Synchronmaschine und zudem der geschichtete Läufer einer raschen Feldänderung einen wesentlich geringeren Widerstand entgegensetzt als massives Material.

Auch an und für sich ist die Streuung einer Asynchronmaschine, die im Mittel rd. 30 % beträgt, in der Regel höher als die einer Synchronmaschine, die sich in der Größenordnung von 20 % bewegt. Hinzu kommt noch, daß bei der vom Netz erregten Asynchronmaschine der Stoßkurzschlußstrom wesentlich schneller abklingt als bei der Synchronmaschine, einmal wegen der kleineren Zeitkonstante und dann auch, weil mit der Netzspannung die Erregung zusammenbricht. Die Beanspruchung der Wicklung ist aus diesem Grunde geringer. Auch der Dauerkurzschlußstrom einer asynchronen Blindleistungsmaschine ist wesentlich geringer als der einer synchronen; bei dreipoligem Kurzschluß wird er gleich Null. Überall da also, wo es darauf ankommt, die Kurzschlußleistung eines Netzes niedrig zu halten, verdient die Asynchronmaschine vor der Synchronmaschine den Vorzug.

Da in den BEWAG-Abspannwerken die Schalter hinsichtlich ihrer Abschaltleistung ausreichend bemessen sind, kann der größere Kurzschlußstrom der Synchronmaschine ohne Schwierigkeiten in Kauf genommen werden.

G. Regelung.

In der Einfachheit der Regelung steht zweifellos die Synchronmaschine an erster Stelle, deren Regelung sich in nichts von der eines Generators unterscheidet. Die Benutzung von Schnellreglern irgendeines Systems ist ohne weiteres möglich. Hinzu kommt, daß das Schalttafelpersonal, besonders das der Kraftwerke, mit dieser Art der Regelung völlig vertraut ist.

Bei der asynchronen Blindleistungsmaschine ist die Regelung stets verwickelter und die Regelapparatur größer und schwerer als bei der Synchronmaschine.

Die Regelung einer durch eine fremderregte Drehstrom-Erregermaschine erregten Asynchron-Blindleistungsmaschine durch einen Stufentransformator im Erregerkreis dürfte wohl mehr und mehr verschwinden. Die Grobstufigkeit des Regelvorganges und damit die Schwierigkeit einer Automatisierung (unruhige Regelung, starke Kontaktabnutzung) sprechen gegen dieses Verfahren.

Feinstufigkeit der Regelung erzielt man durch Verwendung eines Drehtransformators an Stelle des Stufentransformators.

Bei der ständererregten Drehstrom-Erregermaschine erfolgt die Regelung im Nebenschlußkreis. Der hier zur Verwendung gelangende Nebenschlußregler wird jedoch wesentlich größer als der einer Synchronmaschine, einmal wegen der dreiphasigen Ausführung und ferner wegen der wesentlich höheren Ströme, da hier mit verhältnismäßig sehr niedrigen Spannungen gearbeitet wird.

H. Bauliche Ausführung.

Auch im Platzbedarf wird sich meist die Synchronmaschine überlegen zeigen, u. zw. hauptsächlich wegen der geringeren Baulänge der Gleichstrom-Erregermaschine gegenüber der Drehstrom-Erregermaschine. Auch die Hilfsapparatur für das Anlassen und Regeln nimmt bei der Synchronmaschine im allgemeinen weniger Platz in Anspruch als bei der Asynchronmaschine.

Was den mechanischen Aufbau der Maschine selbst betrifft, so ist die Läuferkonstruktion einer Synchronmaschine mit hochkant gewickeltem Kupfer bei der geringen Erregerspannung als betriebsicherer anzusprechen als die einer asynchronen Blindleistungsmaschine in geschlossenen Nuten mit verhältnismäßig vielen Leitern je Nut. Die Isolation neigt dabei zu mechanischen Beschädigungen, so daß sogar bei verhältnismäßig niedrigen Spannungen Durchschläge auftreten können. Ist einmal eine Beschädigung an der Läuferwicklung einer asynchronen Blindleistungsmaschine aufgetreten, so wird eine langwierige und kostspielige Reparatur erforderlich (kräftige Bandagierung der Wickelköpfe), wohingegen bei einer Synchronmaschine, falls wirklich einmal ein Schaden eintreten sollte, die Auswechslung der Wicklung eines Poles ohne große Schwierigkeiten und Kosten vonstatten gehen kann.

I. Wirtschaftlichkeit.

In den Anschaffungskosten bestehen insbesondere bei großen Maschinen keine allzu großen Unterschiede zwischen beiden Maschinengattungen. Nach den von Alzner[13] mitgeteilten Kurven (Abb. 12) liegen die Kosten der

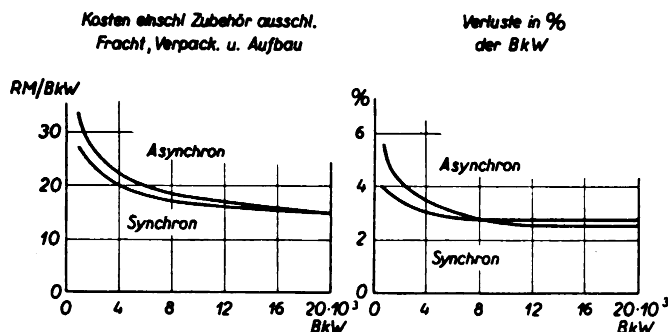


Abb. 12. Anschaffungskosten und Verluste von Blindleistungsmaschinen.

Asynchronmaschinen etwas höher. Es kann jedoch auch das umgekehrte Preisverhältnis eintreten; das kommt ganz auf die Art des verwendeten Anlaßverfahrens an. Im allgemeinen kann man jedoch annehmen, daß die Asynchronmaschinen etwas teurer ausfallen als die Synchronmaschinen.

Was die Verluste angeht, so gehen hier die Angaben der Firmen und auch die in der Literatur sehr auseinan-

[13] Sachsenwerk-Mitt. 1929, S. 11.

der. Beide Maschinenarten dürften wohl in dieser Beziehung ziemlich gleichwertig sein. Eine von Alzner[14] mitgeteilte Verlustkurve, die sich wohl auf Sachsenwerksmaschinen bezieht, zeigt ebenfalls Abb. 12. Bei den Blindleistungsmaschinen im BEWAG-Netz liegen die Verluste der Synchronmaschinen teils über teils unter denen der Asynchronmaschinen.

In den Anschaffungskosten so gut wie in den Verlusten läßt sich allgemein kein Vorzug für eine der beiden Maschinengattungen nachweisen. Es muß von Fall zu Fall durch eine Wirtschaftlichkeitsrechnung nachgeprüft werden, ob der Synchron- oder Asynchronmaschine der Vorzug zu geben ist.

Hinzuweisen wäre hier noch auf die größere Anzahl von Bürsten bei der Asynchronmaschine gegenüber der Synchronmaschine, u. zw. sowohl an der Erregermaschine als auch an der Hauptmaschine, bedingt einmal durch die hohe Stromstärke, zum anderen durch die Phasenzahl. Für Bürstenersatz ist bei der Asynchronmaschine deshalb ein höherer Betrag einzusetzen als bei der Synchronmaschine. Außerordentlicher Wert muß auf die Wahl der richtigen Bürstensorte gelegt werden, da sonst der Bürstenverschleiß bei der Asynchronmaschine sehr stark werden kann, zumal die Drehstromkommutierung stets schwerer zu beherrschen ist als die Gleichstromkommutierung. Auch die Schleifringe der Hauptmaschine können bei ungeeigneter Wahl des Materials sehr starker Abnutzung unterworfen sein.

K. Ergebnisse einer Wertung der synchronen und asynchronen Blindleistungsmaschinen.

Zum Schluß seien noch die Ergebnisse einer Wertung der Eigenschaften der beiden Blindleistungsmaschinen-Gattungen zur Kenntnis gebracht. Im Anschluß an den vorstehenden Vortrag, der vom Verfasser bei der BEWAG bereits Anfang Dezember 1930 einmal gehalten wurde, wurden denjenigen Betriebsabteilungen, die mit Blindleistungsmaschinen zu tun haben, Fragebogen übersandt, auf denen die einzelnen Betriebseigenschaften aufgezählt waren, die entsprechend einer fünfpunktigen Skala mit Wertpunkten zu versehen waren.

Zahlentafel 1 zeigt das Ergebnis dieser Wertung. Von allen insgesamt erteilten Wertpunkten entfielen 48 % auf die Asynchronmaschine, 52 % auf die Synchronmaschine. Von allen abgegebenen Stimmzetteln werteten 40 % die Asynchronmaschine höher, 60 % die Synchronmaschine. Wie im Durchschnitt die einzelnen Betriebseigenschaften gewertet wurden, zeigt noch anschaulicher die Abb. 13. Hier stellen die schwarzen Balken die Durchschnittswertungen der Asynchronmaschine, die weißen die der Synchronmaschine dar. Die Hauptvorzüge der Asynchronmaschine werden in ihrem geringeren Anlaufstrom, der Möglichkeit ihrer Verwendung für ±-Regelung der Spannung, ihrer geringeren Empfindlichkeit gegen Spannungs- und Frequenzschwankungen sowie ihrem niedrigeren Kurzschlußstrom gesehen, während wiederum die Synchronmaschine eine höhere Wertung hinsichtlich der selbsttätigen Spannungsregelung, der Stoßerregungsfähigkeit, des Umfanges der Regeleinrichtungen, des Platzbedarfes, der Wirtschaftlichkeit, des mechanischen Aufbaues und der Wartung erfährt.

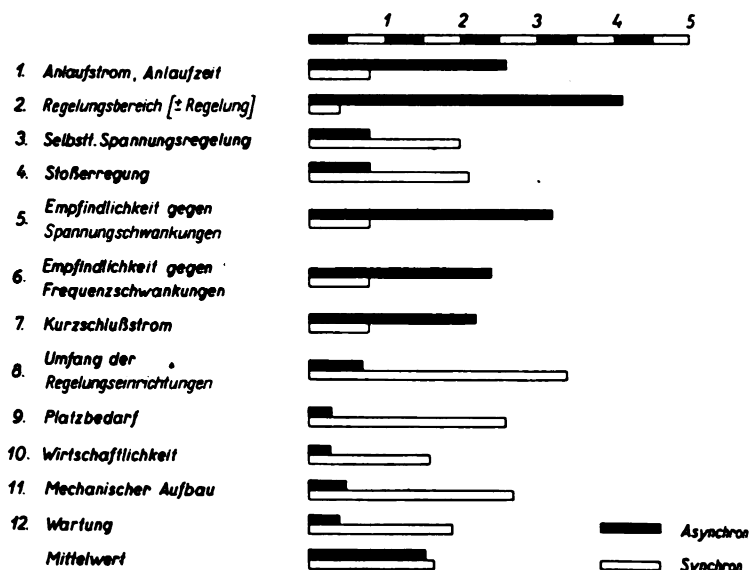


Abb. 13. Mittelwerte aus der Bewertung für Blindleistungsmaschinen.

Zieht man den Mittelwert aus sämtlichen Wertungen, so ergibt sich eine, wenn auch nicht große, Bevorzugung der Synchronmaschine.

Es sei hier noch einmal hervorgehoben, daß auch die eben erwähnte Wertung unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse des BEWAG-Netzes erfolgt ist. Wenn hier der Synchronmaschine eine gewisse Bevorzugung vor der Asynchronmaschine zuerkannt wird, so ist damit natürlich nicht gesagt, daß nun auch andere Werke zu dem gleichen Standpunkt gelangen. Auf alle Fälle wäre es zu begrüßen, wenn auch anderswo eine derartige Abwägung der Vor- und Nachteile beider Maschinengattungen vorgenommen und ihr Ergebnis der Allgemeinheit zugänglich gemacht werden würde.

(Die Besprechung des Vortrages folgt auf S. 1093 dieses Heftes.)

Zahlentafel 1. Bewertung von Blindleistungsmaschinen.

	Asynchron										
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*I*	*K*	Mittel
1. Anlaufstrom, Anlaufzeit	4	2	3	1	5	5	1	2	4	1	2,8
2. Regelungsbereich [± Regelung]	5	5	3	5	3	5	5	5	4	1	4,1
3. Selbstt. Spannungsregelung	—	—	—	—	4	—	—	1	3	—	0,8
4. Stoßerregung	—	—	—	—	4	—	—	1	3	—	0,8
5. Empfindlichkeit gegen Spannungschwankungen	3	3	3	3	5	2	3	4	5	1	3,2
6. Empfindlichkeit gegen Frequenzschwankungen	2	1	2	2	5	3	2	3	3	1	2,4
7. Kurzschlußstrom	1	—	1	1	5	1	1	5	5	2	2,2
8. Umfang der Regeleinrichtungen	—	—	—	—	3	—	—	2	2	—	0,7
9. Platzbedarf	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	0,3
10. Wirtschaftlichkeit	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	0,3
11. Mechanischer Aufbau	—	—	—	—	—	—	—	3	2	—	0,5
12. Wartung	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	0,4
Summe	15	11	12	12	34	16	12	30	37	6	18,5
Prozentsatz der Stimmen	40 %										
Prozentsatz der Wertpunkte	48 %										

	Synchron										
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*I*	*K*	Mittel
1. Anlaufstrom, Anlaufzeit	—	—	—	—	4	—	—	1	3	—	0.8
2. Regelungsbereich [± Regelung]	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	0.4
3. Selbstt. Spannungsregelung	1	2	2	1	5	2	1	3	3	—	2.0
4. Stoßerregung	2	2	2	1	5	2	1	4	2	1	2.2
5. Empfindlichkeit gegen Spannungschwankungen	—	—	—	—	4	—	—	1	3	—	0.8
6. Empfindlichkeit gegen Frequenzschwankungen	—	—	—	—	4	—	—	2	2	—	0.8
7. Kurzschlußstrom	—	—	—	—	4	—	—	1	3	—	0.8
8. Umfang der Regeleinrichtungen	4	5	3	2	5	4	2	3	4	2	3.4
9. Platzbedarf	3	3	3	2	3	3	2	2	3	2	2.6
10. Wirtschaftlichkeit	2	2	1	1	1	2	1	2	3	1	1.6
11. Mechanischer Aufbau	3	3	2	2	2	3	2	4	5	1	2.7
12. Wartung	2	3	2	1	—	2	1	3	3	2	1.9
Summe	17	20	15	10	37	18	10	28	36	9	20,0
Prozentsatz der Stimmen	60 %										
Prozentsatz der Wertpunkte	52 %										

[14] Vgl. Fußnote 13.

RUNDSCHAU.

Hebezeuge und Massenförderungen.

Selbsttätiger Belastungsausgleich an einem Schwimmkran. — Im Hafen von Dünkirchen hat die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg einen 120 t-Schwimmkran mit dieselelektrischem Antrieb aufgestellt (Abb. 1), bei welchem

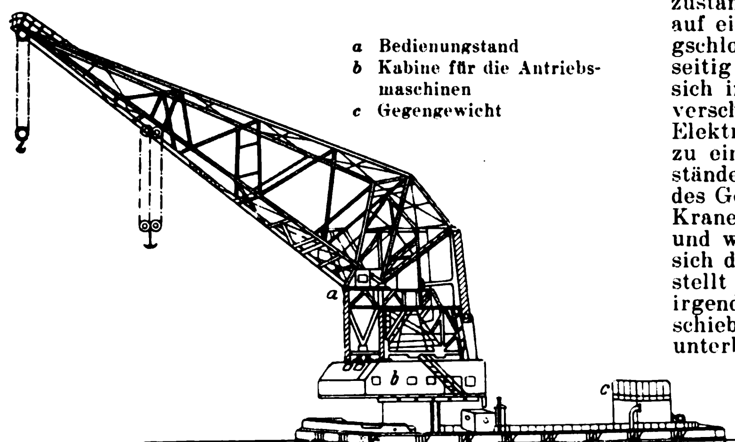


Abb. 1. Diesel-elektrischer Schwimmkran für 120 t.

eine zu starke Neigung nach der Steuer- oder Backbordseite durch ein verschiebbares Gegengewicht von 220 t selbsttätig verhindert wird. Die nachstehende Beschreibung der Anlage ist einer Arbeit von P. Caufourier in Le Génie civil entnommen. Das Gegengewicht *c* befindet sich auf einem Wagen, der quer zur Achse des Schwimmkrans von einem 35 kW-Motor mittels Zahnstange hin- und hergeschoben wird. Der Motor besitzt eine elektromagnetische Betriebsbremse und eine Sicherheitsbremse. Die letztere ist angezogen, sobald der Kran außer Betrieb ist, und wird gelüftet durch einen Elektromagneten, der gespeist wird, sobald die Leonard-Generatoren auf Kranbetrieb geschaltet werden. Der Maschinist kann in dringenden Fällen den Erregerstrom des

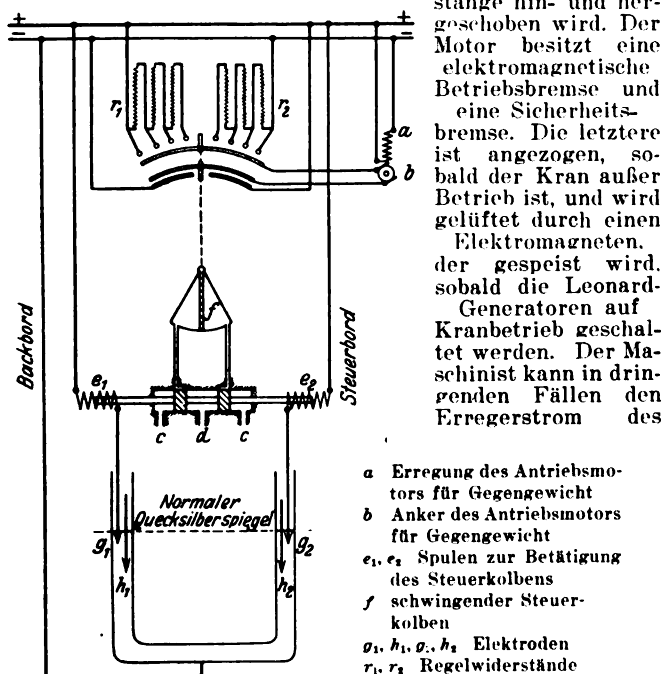


Abb. 2. Schema für die Verschiebung des Gegengewichts.

Elektromagneten ausschalten, und im Zustand der Ruhe oder während der Fahrt das Gegengewicht durch eine Verriegelung von Hand festlegen.

Der Motor zur Verschiebung des Gegengewichts hat Verbunderregung und wird gespeist von den Erregermaschinen der mit Dieselmotor angetriebenen Leonardmaschine. Bei unveränderlicher Erregung wird der Ankerstrom und damit die Motor-Drehrichtung umgekehrt, je nachdem der Anker über den Widerstand r_1 oder r_2 gespeist wird, was wiederum von der Neigung des Krans abhängig ist. Durch die Neigung des Krans ändert sich nämlich der Quecksilberspiegel in einem vertikal aufgestellten U-Rohr (Abb. 2), in dessen Schenkel je 2 Elektroden g_1, g_2 und k_1, k_2 tauchen. Die Elektroden g unterbrechen den Kontakt bei einer Neigung von 1°, die Elektroden k bei einer Neigung von 4°. Die Elektroden g_1, g_2 schließen im Gleichgewichtszustand die Stromkreise zweier Elektromagnete e_1, e_2, die auf einen Schieber wirken. Wenn die beiden Stromkreise geschlossen sind, heben sich die auf den Schieber beiderseitig ausgeübten Kräfte auf, und der Schieber befindet sich in Ruhe. Bei Unterbrechung eines der Stromkreise verschiebt sich der Schieber in Richtung des betätigten Elektromagneten. Der Schieber steuert den Druckölzufluß zu einem schwingenden Kolben *f*, durch den die Widerstände r_1 und r_2 geschaltet werden. Durch die Bewegung des Gegengewichts vermindert sich dann die Neigung des Kranes. Läuft das Gegengewicht über die Nullage hinaus, und wird der andere Stromkreis unterbrochen, so nähert sich der Schieber von der anderen Seite der Nullage und stellt sich nach einigen Schwingungen auf Null. Wenn aus irgendeinem Grunde das Gegengewicht sich nicht verschiebt und die Neigung einen Winkel von 4° erreicht, unterbricht eine der Elektroden h den Kontakt und betätigt ein Relais, welches den Strom der Kranmotoren ausschaltet. Auf diese Weise kommen dann alle Motoren, auch der des Gegengewichts, zum Stillstand. (P. Caufourier, Génie civ. Bd. 98, S. 636.) *Ka.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Differentialschaltungen zur elektrischen Integrierung wärmetechnischer Meßgrößen. Bei der elektrischen Integrierung wärmetechnischer Meßgrößen kommt es darauf an, den aus Fernsender-Widerstandswalze und Schleifbürste bestehenden Widerstandsfernsender (meist kurz „Fernsender“ genannt), der mit der Zeigerachse des die Meßgröße erfassenden Gebergerätes (z. B. Dampf- oder Wassermessers) mechanisch gekuppelt ist, und den zur Integrierung benutzten Motorzähler in eine Meßschaltung einzufügen, die so beschaffen sein muß, daß die jeweilige Drehzahl des Zählers dem jeweiligen Wert der Meßgröße genau verhältnisgleich ist. Die Schaltung soll außerdem gestatten, die dem Nullwert der Meßgröße entsprechende Anfangstellung der Schleifbürste an beliebige Stellen der Fernsenderwicklung zu legen und eine einfache und meßtechnisch exakte Integrierung der Summe mehrerer Meßgrößen durchzuführen. Endlich soll diese Schaltung die Anwendung eines spannungsunabhängigen Induktionszählers ermöglichen, um direkt mit Wechselstrom arbeiten zu können.

W. Geyger beschreibt einige neue Differentialschaltungen, mit denen alle diese Bedingungen erfüllt werden können. Die systematische Entwicklung dieser Meßanordnungen ging von dem Bestreben aus, die bei spannungsunabhängigen Fernmessungen mit Widerstandsfernsendern und Ringeisen-Quotientenmessern[1] gebräuchlichen normalen Schaltungen, bei denen zu jedem Fernsender drei Fernleitungen führen, ohne weiteres auch in Verbindung mit ebenfalls spannungsunabhängigen Induktionszählern anwenden zu können. Es ergibt sich hierdurch ein einheitlicher und übersichtlicher Aufbau der Gesamtschaltung, ein Vorteil, der z. B. bei großen wärmetechnischen Überwachungsanlagen von besonderer Bedeutung ist.

Aus den wiedergegebenen theoretischen Ausführungen geht hervor, daß die jeweilige Drehzahl des Zählers streng verhältnisgleich ist zu dem Augenblickswert der Meßgröße. Diese Drehzahl ist jedoch praktisch unabhängig von den betriebsmäßig auftretenden Schwankungen des Meßstromes, die 1. durch die Änderung des von der Schleifbürstenstellung abhängigen Kombinationswiderstandes der Fernsender-Stromverzweigung, 2. durch Änderungen des an der Schleifbürste auftretenden Übergangswiderstandes und 3. durch die betriebsmäßigen Spannungsschwankungen des Wechselstromnetzes hervorgerufen werden. — Am Schluß wird darauf hingewiesen, daß die behandelten Zählerschaltungen auch zur Anzeige und Registrierung der Augenblickswerte wärmetechnischer Meßgrößen verwendet werden können, wenn man mit dem Zäh-

[1] Vgl. W. Geyger, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, S. 1 (1931).

ler eine nach Art des Gleichstrom-Amperestundenzählers aufgebaute Gleichstromdynamo antreibt. Es handelt sich hier um die Anwendung des bekannten, von den Aronwerken durchgebildeten „Telewatt"-Systems[1], dessen Vorzüge hauptsächlich in der Einfachheit der Schaltung und in dem Fehlen fremder Stromquellen bestehen. — Die beschriebenen Meßanordnungen werden von der Firma W. H. Joens & Co., G. m. b. H., in Düsseldorf hergestellt. (W. Geyger, Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 11, S. 769.)

Elektrische Messung von Trägheitsmomenten. — Die bislang veröffentlichten Verfahren zur Messung von Trägheitsmomenten elektrischer Maschinen[2] auf elektrischem Wege erhalten das Resultat durch graphische Hilfskonstruktionen, die umständlich sind und große Sorgfalt verlangen. Ein sehr viel einfacheres Verfahren, das mit Hilfe von Strom, Spannung und Drehzahl eine recht genaue Messung des Trägheitsmoments der durch die gemessene Maschine bewegten Masse gestattet, ergibt sich aus der Auffassung einer fremderregten Gleichstrommaschine als Kondensator[3]. Die „dynamische Kapazität" einer solchen Gleichstrommaschine ist $C = \frac{\Theta}{k^2}$, worin $k = \frac{u}{\omega}$ sich aus der Leerlaufkennlinie bestimmt; u ist der Augenblickswert der Ankerspannung, $\omega = 2\pi n$. Man mißt sie in einem Schwingungskreis aus Strom I, Spannung der Kapazität U und Kreisfrequenz der Schwingung m auf Grund der bekannten Gleichung $C = \frac{I}{U\,m}$, die bei Übergang vom absoluten zum praktischen Maßsystem und Einführung von Θ und Schwingungsdauer T die Form annimmt:

$$\Theta = 148{,}3\left(\frac{u}{n}\right)^2 \frac{I}{U}\,T \ \text{[cm kg s}^2\text{]};$$

I und U sind Effektivwerte.

Die für praktische Messungen einfachste Schaltung zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen ist die Serienschaltung eines Hauptstromgenerators (HG) mit dem Anker einer fremderregten Versuchsmaschine. Die Induktivität besteht hierbei vor allem in der Erregerwicklung des HG, die zur Aufrechterhaltung einer Schwingung benötigte Verlustenergie wird dem Kreis durch den mechanischen Antrieb des HG zugeführt. Für die Messung des Stroms ist am geeignetsten ein träges Hitzdrahtgerät, u. zw. genügt bei Schwankungen des Zeigerausschlags, die etwa durch geringe Frequenz der Schwingung hervorgerufen werden, die Ablesung des arithmetischen Mittels der Grenzausschläge. Die Spannungsanzeige erfolgt fast pendelungsfrei durch elektrostatische Geräte, für die Schwingungszeit ist ein beliebig genauer Mittelwert ohne weiteres mit der Stoppuhr zu ermitteln. Ist die Spannung am Versuchsanker zu klein, um mit statischen Geräten gemessen zu werden, so kommt ihre rechnerische Bestimmung aus der mittleren Umdrehungszahl in 1 Periode mittels Umdrehungszählers mit Rücklaufhemmung in Frage. Bei Wandern des schwingenden Ankers in einer Richtung ist der dieser Richtung entsprechende Wert einzuführen.

Der Schwingungsstrom darf auf keinen Fall bis in den gesättigten Teil der Kennlinie des HG aufklingen, da dann die angenäherte Sinusform der Schwingungsgrößen verloren geht, auf der die Auswertungsformel beruht. Dazu ist weiter erforderlich:

1. Die Leerlaufkennlinie des HG muß ein möglichst ausgeprägtes Knie besitzen, und der Magnetisierungsstrom im Knie von der Größenordnung des Normalstroms der Versuchsmaschine sein. Bei zu kleinem HG werden die Schwingungen zu langsam, so daß der Reibungseinfluß hervortritt; bei zu großem HG verzerrt die Ankerrückwirkung die Feldverhältnisse der Versuchsmaschine, vor allem bei Vorhandensein von Wendepolen durch Übersättigung derselben.
2. Der Antrieb des HG muß möglichst starre Drehzahl haben.
3. Die Versuchsmaschine muß möglichst hoch erregt sein, um den Einfluß von Hysterese und Ankerrückwirkung klein zu halten.

Bei Berücksichtigung der genannten Punkte sind die Meßergebnisse auf 1 ··· 2 % genau. Das Verfahren ist durch Ankuppeln an eine Gleichstrom-Nebenschlußmaschine entsprechender Größe auf beliebige rotierende Körper anwendbar. Ist Θ das nach obigem bestimmte Trägheitsmoment der Maschine allein, und T die entsprechende Schwingungszeit, so errechnet sich aus der Schwingungszeit mit angekuppelter Unbekannten T_x deren Trägheitsmoment

$$\Theta_x = \Theta\,\frac{T_x^2 - T^2}{T^2}.$$

Eine weitere Möglichkeit zur Bestimmung der dynamischen Kapazität und damit des Trägheitsmoments besteht in der Verwendung eines ballistischen Galvanometers (b. G.). Entsprechend der Messung der Entladestrommenge Q eines Kondensators bei bekannter Aufladespannung U wird die mit einer bestimmten Drehzahl als Motor fremderregt laufende Versuchsmaschine vom Netz ab auf ein b. G. geschaltet. Der Widerstand des Nebenschlusses muß so niedrig wie möglich sein, um die Auslaufzeit und damit die in Reibung umgesetzte kinetische Energie klein zu halten. Es gilt

$$\Theta = 930\left(\frac{u}{n}\right)^2 \frac{Q}{U} \ \text{[cm kg s}^2\text{]}.$$

Für die Bestimmung von U aus der angelegten Netzspannung ist der innere Spannungsabfall durch den Leerlaufstrom zu berücksichtigen. Um die Kurzschlußströme kleinzuhalten, geht man zweckmäßig von ungefähr der halben Nennspannung der Maschine aus. Allerdings muß auch dann noch infolge des stark fälschenden Einflusses der Ankerrückwirkung, die die Feldverhältnisse in der auslaufenden Maschine unübersehbar macht, mit Fehlern bis zu ± 10 % gerechnet werden. Für viele Zwecke ist mit diesem Grad der Genauigkeit jedoch gedient. Bei größeren Maschinen ist Vorsicht wegen Kommutatorrundfeuer am Platze. (C. S. Albrecht, Doktor-Diss. T.-H. Darmstadt 1929.) *Sb.*

Beleuchtung.

Die Ursachen des Durchbrennens von luftleeren und gasgefüllten Wendellampen. — Bei geradfädigen Vakuumlampen ist die Lebensdauer durch solche Stellen des Leuchtdrahtes begrenzt, die einen kleineren Durchmesser, zu hohen elektrischen Widerstand oder verringerte Strahlung besitzen. Einer Lebensdauer von 1350 h entspricht ein Durchmesserfehler der gefährdeten Stelle von etwa 0,4 µ. Ist der Fehler nur 0,2 µ, so steigt die Lebensdauer auf 1700 h, wächst der Fehler auf 0,75 µ, so sinkt die Lebensdauer auf 700 h. Für Vakuumwendellampen gelten ähnliche Verhältnisse. Bei gasgefüllten Lampen brennt der Leuchtkörper im Mittel schon bei einer viel geringeren Abtragung durch. Ein Durchmesserfehler gleicher Größe führt bei einer gasgefüllten Lampe (220 V, 40 W) doppelt so schnell zum Durchbrennen wie bei einer Vakuumlampe, wenn die Temperaturen so eingestellt sind, daß das Material in beiden mit der gleichen Geschwindigkeit verdampft. Die Ursache des Unterschiedes ist das langsame Ansteigen der Wärmekonvektion durch das Gas mit der Temperatur. Daher stellt sich bei gasgefüllten Lampen zum Ausgleich eines durch Drahtunregelmäßigkeiten erzeugten Energieüberschusses eine größere örtliche Temperatursteigerung ein als bei Vakuumlampen. Diese Steigerung führt bei der großen Temperaturabhängigkeit der Verdampfungsgeschwindigkeit zu einem sehr viel schnelleren Durchbrennen an der fehlerhaften Stelle. Diese Wirkung reicht aber nicht aus, um den bei Nitralampen gefundenen viel kleineren tödlichen Gewichtsverlust (¼ ··· 1/5 derjenigen von Vakuumlampen) zu erklären. Als zweite Ursache kommen Steigungsfehler der Wendel hinzu. Enger liegende Windungen bewirken, daß die von einer Windung ausgehende Strahlung zum großen Teil durch die näher liegende benachbarte Windung aufgenommen wird. Außerdem ist die Ableitung durch das Gas im Vergleich zu der je Längeneinheit der Wendel entwickelten Wärme geringer, wenn die Windungen enger aneinanderliegen. Dabei wird bei der Nitratype (220 V, 40 W) ziemlich genau ⅔ der entwickelten Wärme durch Strahlung, ⅓ durch Gaskonvektion abgeführt. Die Verfasser berechnen den Einfluß der Steigungsfehler auf den Wärmeaustausch und vergleichen ihn mit dem Einfluß von Durchmesserfehlern, die im Mittel etwa 1 ··· 3 % betragen. Bei Vakuumwendellampen müßten Steigungsfehler, die diesen Durchmesserfehlern entsprechen, schon sehr groß sein und dürften selten vorkommen. Hier sind also die Durchmesserfehler für die Lebensdauer entschei-

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 77; 1929, S. 351.
[2] Roehle, ETZ 1906, S. 77. — Kapp, J. Instn. electr. Engr. Bd. 44, 1910, S. 248. — Knauer-Schulze, ETZ 1922, S. 1307.
[3] Fitzgerald, Lumière El. 1892, S. 386. — Ruedenberg, Physik Z. 1907, S. 668; 1908, S. 556. — Ruedenberg, Elektrische Schaltvorgänge. — Busch, Stabilität, Labilität und Pendelungen in der Elektrotechnik, Göttingen 1913.

dend. Bei gasgefüllten Lampen werden dagegen die Durchmesserfehler schon durch recht kleine Steigungsfehler an Wirksamkeit übertroffen. Einem tödlichen Gewichtsverlust von 1,6 % bei der Lampe (220 V, 40 W) würde ein unwahrscheinlich großer Durchmesserfehler von mehr als 3 %, ein leicht möglicher Steigungsfehler von etwa 12 % entsprechen. (F. Koref u. H. C. Plaut, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 515.) *Br.*

Installation.

Bananenstecker für Laboratoriumszwecke. — Beim Auf- oder Umbau elektrischer Schaltungen im Laboratorium bietet die Verwendung von Bananensteckern den Vorteil der Bequemlichkeit und recht erheblichen Zeitersparnis. Der Stecker muß folgende Eigenschaften besitzen: belastbar bis etwa 20 A, berührungsicher, bequeme Möglichkeit Knotenpunkte zu bilden, gediegene unlösbare Befestigung der Kabeladern und von deren Isolierhülle.

Die bisher bekannt gewordenen Ausführungen tragen diesen Forderungen nicht oder nur unvollkommen Rechnung und konnten sich daher auch in größerem Umfang im Laboratorium nicht einbürgern. Aus diesem Grunde hat der Verfasser für das Meßtechnische Laboratorium der T. H. München (Piloty) eine neue Bauform (DRP. angem.) entwickelt, die im folgenden beschrieben sei: Abb. 3 zeigt den Bananenstecker, Abb. 4 die zugehörige Anschlußbuchse mit Kabelschuh oder Stift, mit der alle Klemmen der im Laboratorium vorhandenen Meßeinrichtungen ein für alle mal ausgerüstet werden. Wie aus Abb. 3 zu entnehmen, schließt sich an den federnden Kontaktstift eine metallische Hülse an, in die ein weiterer Stift eingeschoben werden kann, so daß beliebig viele Stecker sich zusammenfügen lassen. Um bei der Kupplung zweier Leitungen den frei herausragenden Kontaktstift der Berührung zu entziehen, wird über ihn eine in Abb. 4 dargestellte besondere Schutzhülse aus Isolierstoff geschoben. Die Kontaktfedern sind im Hinblick auf die zu fordernde dauernde Federkraft und gutes Leitvermögen aus Bronze gefertigt und vernickelt. Ein einschnürender Bund am unteren Ende der Isolierhülle schützt die Federn vor seitlicher Verbiegung. Zur Aufnahme des Kabelendes dient eine Bohrung quer zur Längsachse, welche die Isolierhülle nur an der Eintrittstelle durchsetzt. Das Kabel wird mit handelsüblichem Schraubenzieher durch eine Madenschraube festgeklemmt, die dank ihrer Länge hohen Kontaktdruck anzuwenden gestattet, jeder mechanischen Einwirkung von außen entzogen ist und sich daher niemals lockern kann.

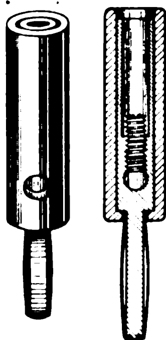


Abb. 3. Bananenstecker.

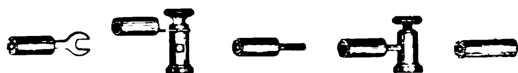


Abb. 4. Anschlußbuchsen und Schutzhülse.

Besondere Sorgfalt ist der Vorbehandlung des Kabels zuzuwenden, damit dessen Stoffhülle sich nicht zurückstreifen kann und die Gummiisolation freilegt. Um diesem Übelstande zu begegnen, taucht man das Kabelende auf etwa 3 cm in eine geschmolzene Mischung, die aus 2 Teilen Bienenwachs und einem Teil eines nicht zu spröden Harzes besteht. Nach dem Erkalten wird das Kabel auf eine kurze Strecke abgemantelt, die Adern sorgfältig im Bade verzinnt und soweit in den Stecker eingeführt, daß das Ende der Isolation noch in der Isolierhülle liegt.

Unbenutzte Leitungen werden am Wandbrett in waagerechter Lage zwischen Flacheisengreifern aufbewahrt, damit die Stecker sich nicht miteinander verflechten können. — Die Leitungen sind bis reichlich 20 A belastbar. Der Übergangswiderstand zwischen Kontaktstift und Hülse viel benutzter Stecker betrug etwa 0,0015 Ω, gemessen an 4 ineinandergeschobenen Steckern mit den beiden äußeren Leitungen als Strom- und den beiden inneren als Potentialleitungen.

Der Bananenstecker hat sich in längerer Erprobung vollauf bewährt; der beträchtliche Zeitgewinn bei der Herstellung von Versuchschaltungen wird als recht angenehm empfunden. Die Herstellung des Steckers hat die Firma E. Leybold's Nachf. AG., Köln-Bayental, übernommen. W. Bader.

Bergbau und Hütte.

Gegenwärtige und zukünftige Aussichten für das Nitrieren von Stahl, besonders unter Wirkung von Hochfrequenzströmen. — Das Nitrieren von Stahl hat das Versuchstadium verlassen und sich in der Industrie gut eingeführt. Obwohl alle Stähle nitriert werden können, eignen sich aber nur solche besonders für diese Zwecke, die aus einer Zusammensetzung von Aluminium, Chrom, Molybdän und Vanadin bestehen. Die Elemente Aluminium und Chrom erzeugen hohe Oberflächenhärte und Stabilität, während Molybdän und Vanadin die Tiefe der Eindringung und Zähigkeit fördern. Es gibt mehrere deutlich verschiedene Arten Stähle, die sich zum Nitrieren eignen:

1. Die Nitralloy-Art. Dieselbe enthält 0,80 ··· 1,30 % Chrom, 0,75 ··· 1,25 % Aluminium und 0,15 ··· 0,25 % Molybdän. Es gibt drei Grade, die sich nur im Kohlenstoffgehalt unterscheiden — G enthält 0,30 ··· 0,40 % C, H enthält 0,25 bis 0,35 % C und I enthält 0,12 ··· 0,20 % C. Die Aluminium- und Molybdän- oder „Alamo"-Art, die 0,25 ··· 0,35 % C, 1 ··· 1,50 % Al und 0,60 ··· 1 % Mo enthält. 3. Die Chrom-Vanadin-Art mit folgender Zusammensetzung: 0,25 bis 0,35 % C, etwa 1 50 % Cr und wenigstens 0,45 % Va.

Keine Art dieser Stähle erfüllt alle Anforderungen, die Auswahl der richtigen Art hängt von dem Verwendungszweck ab.

Die Ergebnisse, die man kürzlich bei Versuchen über den Einfluß der Wirkung von Hochfrequenzströmen beim Nitrieren von Stahl erhalten hat, sind von solcher interessanten und wichtigen Art, daß sie wahrscheinlich einen großen Einfluß auf die industrielle Entwicklung von verschiedenen Verfahren der Behandlung von Metallen haben werden. Der erste Versuch wurde mit Nickel-Chrom-Molybdän-Stahl gemacht. Eine Rundstange dieses Materials von 15 mm Dmr. wurde dem Einfluß von Hochfrequenzströmen während 9 h ausgesetzt, und während dieses Zeitraumes wurde der Stahl auf eine Temperatur von 500 ° C in einem Strom von Ammoniakgas gehalten. Die Zusammensetzung des Stahls war: 0,35 % C, 3,0 % Ni, 3,0 % Cr, 1,0 % Mo, 0,25 % Si, 0,25 % Mn, 0,04 % S und 0,04 % P. Vor dem Versuch hatte der Stahl eine Zerreißfestigkeit von 135 kg/mm², einen Fallhammerwert von 8 kg/m, eine Vickers-Härtenummer von 380, nach obiger Behandlung: Oberflächenhärte Vickersnummer 1033, Tiefe der Härteschicht 0,35 mm, Fallhammerwert des Kernes 11,8 kg/m. Dasselbe Material ergab ohne Hochfrequenzströme: Oberflächenhärte keine meßbare Veränderung, Tiefe der Härteschicht 0,10 mm, Fallhammerwert des Kernes 9 kg/m. Weitere Versuche wurden mit weichem Stahl und anderen Legierungen angestellt und ergaben gleich günstige Ergebnisse, so daß man folgende Schlüsse ziehen kann:

1. Daß unter denselben Bedingungen, besonders bei denselben Temperaturen, das Nitrieren von Stahl mit größerer Geschwindigkeit stattfindet, indem eine höhere Oberflächenhärte und verbesserte physikalische Eigenschaften erreicht werden, wenn Hochfrequenzströme angewendet werden.

2. Gewisse Reaktionen, die gewöhnlich sehr langsam verlaufen, können bei niedriger Temperatur unter dem Einfluß von Hochfrequenzströmen beschleunigt werden. So kann z. B. Nickel, das auf der Oberfläche von Stahl abgelagert ist, bei einer Temperatur von 450 ° C absorbiert werden. (Iron Age Bd. 127, S. 1823.) *Ill.*

Fernmeldetechnik.

Vergrößerung der effektiven Höhe von Flugzeug-Schleppantennen[1]. — Die effektive Höhe der üblichen, 70 m langen Schleppantenne ist verhältnismäßig klein. Eine wesentliche Vergrößerung läßt sich durch Einführung einer neuen Schleppantenne in L-Form erreichen.

Zunächst werden die für die aerodynamische und elektrische Untersuchung von Schleppantennen benötigten theoretischen Grundlagen entwickelt. Als experimentelle Untersuchungen wurden durchgeführt: Windkanalmessungen der verwendeten Antennenelemente, Meßflüge mit Feldstärkemessungen zur Ermittlung der effektiven Antennenhöhe und endlich Modellversuche an Antennenmodellen. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist, daß

[1] 207. Bericht d. Deutsch. Versuchsanst. f. Luftfahrt, Berlin-Adlershof.

die vorgeschlagene neue L-Antenne etwa die vierfache Höhe und die dreifache Meteramperezahl gegenüber der alten Schleppantenne hat. (F. Eisner, G. Sudeck, R. Schröer u. O. Zinke, Luftf.-Forschg. Bd. 8, S. 141.) *Sb.*

Elektrische Pegel-Fernübertragung. — Die elektrische Pegel-Fernübertragung erleichtert die Überwachung des Wasserstandes in Stauseen, Talsperren, Flüssen usw. Eine von Rauschelbach angegebene Einrichtung (Hersteller: Askaniawerke) arbeitet äußerst genau, enthält einen Papiervorrat für 30 Tage, braucht in dieser Zeit keine Wartung und läßt ohne weiteres eine Auswertung des Verlaufes jeweils der letzten 24 h zu. Der Geber besteht aus einem Kontaktwerk, das von einem Schwimmer über eine Zahnradübertragung gesteuert wird. Das Kontaktwerk enthält im wesentlichen drei Hartgumminocken, die bei einer Umdrehung drei Kontakte in bestimmter Reihenfolge und Zusammenstellung schließen. In der Empfangseinrichtung gelangen die Stromstöße in einen aus einem vielpoligen Magnetfeld und einem Polkreuz bestehenden Spezialmotor, der sich unter ihrem Einfluß ruckweise dreht. Der Motor wickelt ein Bronzeband auf bzw. ab und bewegt dadurch eine in Schienen laufende Schreibfeder über die waagerecht liegende Schreibfläche. Der Papiervorschub wird von einem Gewichtsaufzug mit Präzisionsuhrwerk betätigt und läßt sich auf verschiedene Geschwindigkeiten einstellen, um verschiedene mit dem Gezeitenproblem verknüpfte Aufgaben leichter lösen zu können. Die Übersetzungen auf der Geber- und Empfängerseite sind so gewählt, daß 1 m Wasserhöhe 50 mm Bewegung der Schreibfeder entsprechen. Ein am Zeichentisch befestigtes Zählwerk ermöglicht es, ohne Auswertung der Kurven sofort den Wasserstand in m und cm abzulesen. Die Einrichtung wird hauptsächlich zur Lösung solcher Aufgaben herangezogen, deren Bearbeitung wissenschaftliches, insbesondere meteorologisches Interesse hat. (R. Leonhardt, Wasserkr. u. Wasserwirtsch. Bd. 26, S. 287.) *Jkl.*

Der Ausbau des russischen Fernmeldewesens im Rahmen des Fünfjahresplans. — Im russischen Fünfjahresplan, der neue Grundlagen für das Wirtschaftsleben des Landes schaffen soll, gehört das Fernmeldewesen zu den Zweigen zweiter Ordnung. Wegen seiner engen Verbundenheit mit dem ganzen Wirtschaftskörper kann es indes nicht ganz vernachlässigt werden.

Orts-Fernsprechnetze. — Am 1. X. 1928, d. h. zu Beginn der Verwirklichung des Fünfjahresplans, bestanden in Rußland 987 Orts-Fernsprechnetze. Fast die Hälfte der Einwohnerschaft des Landes, die in größeren Orten lebte, war damals von der Benutzung des Fernsprechers ausgeschlossen. Zudem war der Zustand der vorhandenen Netze in jeder Hinsicht beklagenswert, weil es in den Jahren von 1914 bis 1928 versäumt worden war, die Schäden zu beseitigen. Erst 1925 versuchte die Verwaltung, die Verhältnisse zu ordnen. Dabei beschränkte sie sich jedoch darauf, neue Sprechstellen in den Städten einzurichten, die notwendige Instandsetzung der vorhandenen Ämter aber blieb einstweilen unberücksichtigt.

Der Bedarf ist zur Zeit also außerordentlich groß. Der im Jahre 1927 ausgearbeitete und 1929/30 geänderte Aufbauplan für die Ortsnetze sieht als Grundlage für die Berechnung der Durchschnittsdichte 3 Sprechstellen auf 100 Stadteinwohner vor; nur in der Hauptstadt des Landes und in den neuaufgebauten Industriebezirken (Magnitogorsk, Dnieprostroj) soll die Sprechstellendichte höher sein.

Das erste Selbstanschlußamt in Rußland wurde im Herbst 1929 in Rostow am Don eröffnet. 1930 und Anfang 1931 wurden in Moskau 4 Bezirksämter eröffnet, u. zw. mit insgesamt 26 000 Anschlüssen. Vor kurzem wurde die Aufnahmefähigkeit der Moskauer Ämter um weitere 8000 Anschlüsse erhöht. Im Jahre 1931 waren außer in Moskau noch 16 Ämter in Baku, Stalingrad, Swierdlowsk, Nowo-Sibirsk, Charkow, Leningrad, Minsk u. a. m. im Bau. In den entstehenden riesigen Industriegebieten wurden große Fabrikämter errichtet. Im Uralgebiet sollten im vergangenen Jahr 8 Ämter mit 5900 Anschlüssen, im Bergwerksgebiet Kuznietzk 7 Ämter mit 3300 Anschlüssen und im Dongebiet 12 Ämter mit 6900 Anschlüssen eingerichtet werden.

Der im vergangenen Jahr durchgeprüfte Fünfjahresplan sieht vor, mehr als die Hälfte der ursprünglich in Aussicht genommenen Selbstanschlußämter als Handbetriebsämter zu bauen. Aber auch dieser Plan konnte im Jahre 1931 kaum zu 50 ··· 60 % durchgeführt werden. Die Hauptschuld daran trugen die Fabriken, die die Kabel und die Einrichtungen für die Ämter nicht geliefert hatten. Nur in den neuen Industriegebieten wurde dem Plan in vollem Maße entsprochen.

Fernnetze. — Bei den weiten Entfernungen in Sowjet-Rußland, das ein Gebiet von 22 Mill. km² umfaßt, kann man das Problem des Fernverkehrs nicht mit denselben Mitteln wie in Westeuropa lösen. Die russischen Verhältnisse erinnern vielmehr an die Amerikas. Eine Verkabelung selbst der wichtigsten Verbindungen kommt in absehbarer Zeit nicht in Frage. Von besonderer Bedeutung ist daher die Möglichkeit einer vielfachen Ausnutzung der Leitungen durch Hochfrequenztelephonie.

Schon Anfang 1931 war auf 10 % der vorhandenen Bronzedraht-Verbindungen Vielfachverkehr eingeführt worden. Die Ausrüstung aller zur Zeit vorhandenen Bronzedraht-Verbindungen mit Vielfacheinrichtungen, die die Möglichkeit gleichzeitiger Führung von 4 Ferngesprächen und Übermittlung von 6 Telegrammen auf einem Draht bieten, würde kaum 5,5 Mill Rubel kosten, während der Bau neuer Leitungen gleicher Leistungsfähigkeit einen Aufwand von ungefähr 60 Mill Rubel erfordern würde. Die Valutaverhältnisse gestatten es indes nicht, aus dem Ausland eine größere Menge Apparatteile einzuführen, die die Sowjetfabriken bisher nicht anfertigten. Die russische Postverwaltung hatte 1931 einen Bedarf von 172 Vielfacheinrichtungen für den Fernsprechbetrieb angemeldet, es wurden ihr aber nur 10 bewilligt. — Nach Sowjetquellen ist der Jahresplan für 1931, soweit er das Fernmeldewesen betrifft, in den ersten 8 Monaten des vergangenen Jahres zu 48,4 % ausgeführt worden, so daß mit einer 70prozentigen Durchführung des Programms für das ganze Jahr gerechnet werden kann, doch bietet die Lieferung von Bronzedraht noch Schwierigkeiten. (Przegl. teletechn. Bd. 5, S. 107.) *Gth.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Neuere Untersuchungen der Ultrastrahlung. — Diese bisher nach Ursprung, Natur und Eigenschaften noch nicht aufgeklärte Strahlenart ist in letzter Zeit Gegenstand vieler eingehender Versuche gewesen. Die Messungen Regeners[1] mit einem Registrierballon und Piccards[2] mit einem Freiballon zeigten mit der Höhe eine zunächst starke und immer geringer werdende Zunahme der Intensität, die auf einen konstanten maximalen Wert bei großer Höhe hinzuweisen scheint. Regeners Aufzeichnungen gehen bis 25 mm Hg (28 km Höhe), während Piccard nur 73 mm Hg als niedrigsten Druck erreichte, und führen zu obigem Schluß. Piccard beobachtete außerdem noch mit einem Geigerschen Spitzenzähler die Richtung der einfallenden Strahlung. Während an der Erdoberfläche die Strahlen vorwiegend senkrecht einfallen, fand Piccard keinen Richtungseffekt in größeren Höhen. Man könnte daraus auch schließen, daß die Strahlung in der Stratosphäre ihren Ursprung hat.

Aus zahlreichen Messungen in Nord- und Südamerika erhält A. H. Compton mit gewöhnlicher Ionisationsmethode merkbare Änderungen in der Intensität, besonders der weicheren Komponenten der Strahlung, an verschiedenen Punkten der Erde und setzt die Intensität der Ultrastrahlung in Beziehung zur Größe und Richtung des erdmagnetischen Feldes. Mit der Inklination nimmt auch die Strahlungsintensität zu. Diese Abhängigkeit von der magnetischen Breite wurde von Clay und Berlage auf der Fahrt von Amsterdam nach Batavia auch festgestellt. Wenn die Strahlung aus schnellen geladenen Teilchen besteht, ist dieser Zusammenhang mit dem erdmagnetischen Felde zu erwarten. Nach C. T. R. Wilson könnte die Strahlung auch in der Atmosphäre entstehen, wo bei Gewittern in den sehr hohen elektrischen Feldern Elektronen oder andere geladene Teilchen auf sehr hohe Geschwindigkeit gebracht werden könnten. Schonland fand in Südafrika plötzlich Intensitätsänderungen bei fernen Blitzen, während er bei Ortsgewittern derartiges nicht beobachtete. Zur Entscheidung über die Natur der Strahlung, ob γ-Strahlung oder Elektronen oder Protonen (man nimmt wohl mit Bothe allgemein eine Korpuskularstrahlung an), wurden Versuche mit der Wilsonschen Nebelkammer gemacht und die Bahn der Teilchen in starken Magnetfeldern photographiert. Millikan und Anderson fanden dabei nicht nur schnelle Elektronen, sondern auch schnelle Protonen, mit Energien von einigen 10^8 eV. Den Lauf eines ionisierenden Teilchens beobachteten Blackett und Occhialini zwischen zwei Spitzenzählern und einer zwischen ihnen angeordneten Nebelkammer. In den von Hoffmann und Steinke und Schindler benutzten Ionisationskammern traten von Zeit zu Zeit Ionisationsstöße auf von einer Größe, die die

[1] ETZ 1931, S. 97.
[2] ETZ 1932, S. 1062.

von der weichsten bekannten α-Strahlung herrührenden noch übertrifft. Sie können von einem Atomzerfallprozeß herrühren, der von der Ultrastrahlung ausgelöst wird. In größerer Höhe wurden diese Ionisationsstöße von Compton viel häufiger beobachtet, der sie auf die Wirkung der weicheren Komponenten zurückführte. (Nature Bd. 130, S. 570.) *Lü.*

Steuerbedingungen von gittergesteuerten Gasentladungen. — In einem kurzen Überblick mit zahlreichen Quellenangaben wird die geschichtliche Entwicklung von Gasentladungen zu Steuerzwecken dargelegt. Ihre wichtigsten physikalischen Eigenschaften werden gestreift und auf die Eigenarten der fremdgeheizten Kathode hingewiesen. Es folgt eine Erläuterung der Zündcharakteristik des Ionenrohres (Thyratrons) und die Ableitung der Zündlinie, woraus sich die Steuerbedingungen des Ionenrohres im Wechselstromkreis ergeben. Von diesen wird die Gittersteuerung mit Gleichspannung, phasenverschobener Wechselspannung oder einer Kombination aus beiden Spannungen einzeln behandelt. Anschließend wird das Verhalten des Ionenrohres im Gleichstromkreis, insbesondere seine Verwendungsmöglichkeit als Impulszähler oder als Wechselrichter, beschrieben. (H. Klemperer u. E. Lübcke, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 2, S. 67.)

Die Grundlagen der durch Glimmteiler „stabilisierten" Stromquellen. — Der Glimmteiler[1] ist ein Spannungsteiler und gleichzeitig ein Spannungsregler, welcher imstande ist, aus einer Stromquelle mit stark schwankender Spannung eine „stabilisierte" Stromquelle zu machen. Aus den angeführten Zahlenbeispielen ist zu entnehmen, daß bei ± 10 % Speisespannungschwankung (Netzschwankung) die von einem Glimmteiler entnommenen Spannungen nur um etwa ± 0,1 % schwanken; es sind sogar Schaltungen erwähnt, wo diese an und für sich schon geringen Schwankungen noch weiter verminderbar sind. Solche stabilisierten Stromquellen sind auch gegen Belastungschwankungen unempfindlich. Die Spannungschwankungen am Glimmteiler, die dann eintreten, wenn die Belastung einer Teilspannung geändert wird, die sog. „Selbstbeeinflussung", beträgt zwischen Leerlauf und Vollast nur 1 ··· 2 %. Die Schwankung einer Teilspannung, welche dadurch hervorgerufen wird, daß die Belastung einer anderen Teilspannung geändert wird, die sog. „gegenseitige Beeinflussung" der Teilspannungen untereinander, ist verschwindend klein; sie beträgt bei den Zahlenbeispielen nur etwa 0,01 %.

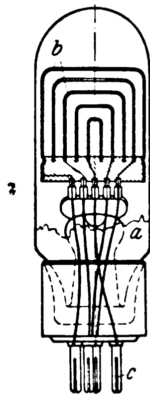
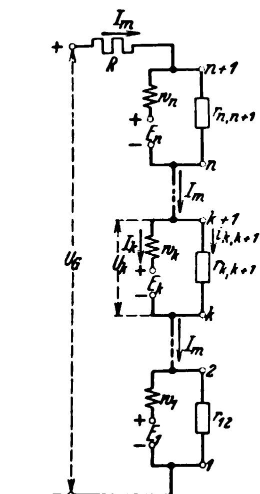


Abb. 5. Schnitt durch den Glimmteiler „Stabilisator TRT 10". In Glaskolben *a*, in Edelgasfüllung sind die kappenförmig ausgebildeten Elektroden *b* untergebracht. Die Elektroden sind mit den Stiften *c* des normalen Radioröhren-Sockels verbunden.



R Vorwiderstand
$E_1 \ldots E_n$ elektromotorische Kräfte, Anfangspannungen
$w_1 \ldots w_n$ Wechselstromwiderstand der Strecken
$r_{1,2} \ldots r_{n,n+1}$ Belastungswiderstände

Abb. 6. Ersatzbild für den Glimmteiler.

Der Glimmteiler besteht aus mehreren Edelgas-Entladungstrecken, welche in einem Gasraum derart in Reihe geschaltet sind, daß die Kathode einer Strecke gleichzeitig Anode der anderen Strecke ist (Abb. 5). Die elektrische Ersatzschaltung des Glimmteilers mit einer besonderen Belastung, bei der die Verbraucher nur zwischen den benachbarten Elektroden angeordnet sind, ist in Abb. 6 dargestellt. Daraus sieht man, daß die Glimmteilerstrecken aus einer EMK, der sog. „Anfangspannung", und aus einem Widerstand, dem sog. „Wechselstromwiderstand", bestehen. Die Anfangspannungen der Glimmteilerstrecken sind beim „Stabilisator TRT 10" und „TRT 280/80" etwa 70 V, ihre Wechselstromwiderstände etwa 10 ··· 30 Ω. Der Glimmteiler muß immer über einen Vorwiderstand an die Gleichstromquelle angeschlossen werden, da er selbst nur einen sehr geringen inneren Widerstand hat. Der Generatorstrom: Nutz- und Potentiometerstrom, wird nur durch diesen Vorschaltwiderstand begrenzt. Der Stabilisator liegt zwischen Stromquelle und Nutzlast wie eine Pufferbatterie.

Da die genaue Berechnung der Selbst- und gegenseitigen Beeinflussungen bei einem durch vorgegebene Widerstände belasteten Glimmteiler im allgemeinsten Fall oft auf komplizierte Gleichungsauflösungen führt, ist eine angenäherte Berechnungsmethode angegeben, deren Genauigkeit oberhalb der praktischen Meßgenauigkeit liegt. Für die Berechnung der Spannungschwankungen, die durch Speisespannungschwankungen entstehen, ist eine obere Grenze abgeleitet. (L. Körös u. R. Seidelbach, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 8, S. 539.)

[1] Vgl. Körös, ETZ 1929, S. 786; ferner. „Das Stabilisator-Stromversorgungssystem". 1932. Verl. Hachmeister u. Thal, Leipzig.

Energiewirtschaft.

Die elektrischen Anlagen in Norwegen[1]. — Nach den Jahresberichten der Staatlichen Inspektoren für die elektrischen Anlagen in Norwegen haben sich diese (ohne Schiffsanlagen) im Rechnungsjahr 1931 wie folgt entwickelt:

	Stand am 31. XII.	
	1931	1930
Zahl der Stromerzeugungsanlagen	2 387	2 318
gesamte Generatorenleistung kW	1 759 078	1 742 270
Zahl der Akkumulatorenbatterien	574	557
Kapazität der Batterien kWh	19 795	19 784
für Motoren verwendet kW	703 758	677 776
für elektrochemische Zwecke verwendet kW	719 248	725 031
im ganzen installiert:		
Glühlampen	6 458 469	6 277 147
Motoren	94 931	90 579

Bis Ende 1931 waren etwa 19 888 km Hochspannungsfernleitungen in Betrieb (19 718 i. V.). Das Niederspannungsnetz umfaßte insgesamt 29 046 km (28 590 i. V.). Die durchschnittliche Größe der Anlagen betrug im Berichtsjahr etwa 740 kW. Diese Zahl geht fortwährend zurück, weil 1931 mehrere Kleinanlagen mit Öl- oder Benzinmotoren installiert sind. Von 11 neuen Anlagen im nördlichen Teil von Norwegen waren 9 für Wohnungen bestimmt. Diese Bewegung kommt auch in der Zahl der Akkumulatorenbatterien und deren Kapazität deutlich zum Ausdruck.

Von neuen Anlagen, die in Betrieb gesetzt sind, seien erwähnt:

1. Eine Wasserkraftanlage „Skjerka" in Vest-Agder für die Elektrizitätsversorgung der Landgemeinde. Es werden 2 Generatoren von je 9700 kVA aufgestellt. 2. Die Wasserkraftanlage „Grönvoldfos" in Telemark. Es sind 2 Generatoren je 12 500 kVA für Energielieferung für bürgerliche Zwecke montiert. 3. Die städtische Wasserkraftanlage „Nygaardsvasdraget" bei Narvik wird mit 2 Einphasengeneratoren je 6500 kVA und 1 Dreiphasengenerator zu 8000 kVA gebaut. 4. Die Wasserkraftanlage „Gravfos", die Drammens Elektrizitetsverk gehört, wird umgebaut. Die jetzigen 7 Turbogeneratoren für insgesamt 7800 HK werden mit 2 Generatoren je 11 000 kVA ersetzt.

Außerdem werden einige kleinere Neuanlagen und Erweiterungen ausgeführt, von denen erwähnt werden können:

Eine neue Wasserkraftanlage für 1150 kVA wird für Gemeindezwecke für Oersta Städtische Elektrizitätswerke gebaut. Die Firma Albert Collett baut eine neue Wasserkraftanlage für 2100 kVA bei Namsos, und die „Orkla Metal-Aktieselskab" errichtet eine Dampfkraftanlage für 1600 kVA. „Aktieselskabet Meraker Smelteverk" ändert seine Wasserkraftanlage „Kopperaaen II", indem 2 ältere Generatoren mit insgesamt 1850 kVA mit 1 neuen Generator von 7000 kVA ausgetauscht werden.

Die elektrischen Kraftwerke werden also fortwährend erweitert und geändert.

Ende 1930 waren je Einwohner 2,3 Glühlampen installiert (2,18 i. V.). Die Durchschnittsleistung der Motoren betrug etwa 7,4 kW (7,48 i. V.).

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 368.

Etwa 106 Brände und 23 Unglücksfälle sind im Berichtsjahr von den Inspektoren als durch Elektrizität verursacht gemeldet worden, 7 davon waren tödlich. *N. Sch.*

Die Elektrizitätswirtschaft in Portugiesisch-Ostafrika. — 1. Der elektrische Strom. Die im Süden des Landes liegende Hauptstadt Lourenço Marques wird seit 1897 von der Cie. Générale d'Electricité de Lourenço Marques, deren Aktien sich seit 1910 im Besitz der Delagoa Bay Development Corp., Ltd., London, befinden, aus einem im Mittelpunkt der Stadt errichteten Dampfkraftwerk (1900 kW) mit elektrischem Strom versorgt. Die Erzeugung betrug 1929 rd. 3,191 Mill kWh (2,787 i. V.) und die Zahl der Abnehmer — abgesehen von der durchweg elektrischen öffentlichen Beleuchtung und der Straßenbahn — rd. 2500. Der Verkehr auf letzterer, die größtenteils der Corporation gehört, ist in den Finanzjahren 1928/30 infolge der Konkurrenz der Kraftwagen von 2,4 auf 1,4 Mill Fahrgäste zurückgegangen. Verteilt wird vorwiegend Gleichstrom mit neuerdings 240 V. Für die Industrie kostet die Kilowattstunde nach dem heutigen Kurs des Pfundes etwas über 9 Pf bei einem Verbrauch von monatlich mindestens 24 kWh je installierte Pferdestärke; je nach Größe des Motors werden wenigstens rd. 46 ··· 20 Pf berechnet. Für Privatbeleuchtung verlangt die Gesellschaft rd. 92 Pf/kWh, doch werden Hotels, Theatern und andern Großabnehmern Vergünstigungen gewährt. Bei Kleinkraftkonsum (Haushalt, Ventilatoren, Kühlvorrichtungen, medizinische Apparaturen usw.) kommt ein Tarifsatz von rd. 37 ··· 18 Pf/kWh zur Anwendung. Die Verwaltung des Hafens und der Eisenbahnen von Lourenço Marques (eine autonome Regierungsabteilung) verfügt über eigene Kraftwerke, deren größtes mit vier 300 kW-Gleichstromgeneratoren (600 V) arbeitet. In dem 8 km entfernten Matella betreibt die Mozambique Portland Cement Co. mit einem englischen 1100 kW-Turbogenerator u. a. zwei Kompressoren deutscher Herkunft. Von der Shell Co. und der Vacuum Oil Co. projektierte umfangreiche Tankanlagen dürften elektrotechnisches Material beanspruchen. Kleine Kraftwerke der Lourenço Marques-Eisenbahn befinden sich in Moamba und Ressano Garcia, wo auch die Bewohner einen gewissen Bedarf an elektrischer Arbeit haben. Funkstationen besitzt Portugiesisch-Ostafrika in Lourenço Marques, Inhambane, Beira, Tete, Quelimane, Mossuril und Porto Amelia.

2. Die Versorgung mit Elektromaterial. — Nach demselben Bericht des englischen Generalkonsuls in Lourenço Marques bezieht Portugiesisch-Ostafrika seine elektrischen Lampen größtenteils vom europäischen Kontinent. Leitungsmaterial wird meist aus England eingeführt, während Deutschland sowie teilweise auch Italien hauptsächlich Ventilatoren und Beleuchtungszubehör liefern. Mitunter decken Agenten in der Südafrikanischen Union den Bedarf direkt, was sich bei der Eigenart des Marktes und der Seltenheit geeigneter örtlicher Vertreter vorteilhaft erweisen soll. Der Einfuhrzoll auf elektrische Maschinen beträgt 1 % vom Wert, auf alle übrigen elektrotechnischen Waren 20 %, soweit es sich um Lieferungen in das Staatsgebiet handelt; die Mozambique Co. erhebt auf Isolatoren, Isolierrohr, Apparate, Maschinen, Leitungsmaterial usw., wenn diese Gegenstände ausschließlich für elektrische Installationen bestimmt sind, einen Wertzoll von 3 %, der bei Maschinen und Vorrichtungen für den Haushalt auf 10 % steigt. Importe nach Beira unterliegen außerdem in jedem Fall noch einem städtischen Wertzoll von 2 %. Aus dem Bericht des Generalkonsuls geht hervor, daß die Kommissionsgebühr der Agenten in der Regel je nach Menge und Gewicht des Materials zwischen 5 % und 1 % schwankt und die Regierung ihren Bedarf auf dem Wege öffentlicher Ausschreibung bei im Lande ansässigen Firmen deckt, wobei die Zahlung im allgemeinen einen Monat nach Lieferung erfolgt, es sei denn, daß es sich um spezielle Fälle handelt. Andere Käufer erhalten bis zu neunzig Tagen Kredit. Angebote lauten üblicherweise cif Bestimmungshafen, doch verlangen Behörden oft auch Lieferung auf Lager. (Electrician Bd. 108, S. 542.) *fm.*

RECHTSPFLEGE.

Fünf Jahre Rundfunk-Rechtsprechung. — Es gibt wohl kaum ein Rechtsgebiet, auf dem die Rechtsprechung so rasch eine vollständige Schwenkung gemacht hat wie auf demjenigen des Antennenrechts. Der übermäßige Schutz des Grundbesitzers ist in einen rechtmäßigen des Antennenbesitzers umgeschlagen, die Hochantenne kann dem Mieter ebensowenig verwehrt werden wie der Anschluß an das Fernsprechnetz. Rundfunk und Fernsprechanschluß werden als Teile des Mieterrechts aufgefaßt, mit dem Abschlusse des Mietvertrags sind sie gestattet und können nicht mehr vom Vermieter verweigert oder mit einer besonderen Gebühr belastet werden. Sie sind nicht lediglich Duldungen des Vermieters, sondern Rechte des Mieters, die der Vermieter nicht später wieder beliebig entziehen kann. Hindern sie den Vermieter in der anderweitigen Ausnutzung seines Eigentums, so muß er den Antennenbesitzer dafür schadlos halten; geschieht dieses mittels Verlegung der Antenne, so hat der Vermieter deren Kosten zu tragen.

Die Antennenleitung macht häufig eine Überquerung einer öffentlichen Straße notwendig. Soweit es sich dabei um einen üblichen Allgemeingebrauch handelt, kann die Gemeinde diesen nicht hindern. Die neueste Rechtsentwicklung lehrt, daß dieser Allgemeingebrauch nicht mit Gehen, Reiten und Fahren, mit dem Aussichtsgenuß nach der Straße, dem Fenster- und Türenrecht nach dieser, der Anbringung vorstehender Schilder erschöpft ist. Das zeigen die zahlreichen über die Straße gezogenen Drähte. Es hat von seiten der Städte und Verwaltungsbehörden nicht an Versuchen gefehlt, ein behördliches Zustimmungsrecht sowie ein Recht zur Besteuerung der Antennendrähte vorzubehalten. Die obersten Gerichte, insbesondere das Reichsgericht, nehmen jetzt bezüglich der Frage der baupolizeilichen Genehmigung einen ablehnenden Standpunkt ein.

Die Prozesse wegen der Hochantenne werden in der neuesten Zeit durch diejenigen wegen Störschutzes abgelöst. Während eine erhebliche Störung von Anfang an nur von den Straßenbahnen ausging, sind es jetzt die Hochfrequenzapparate, die zu fortgesetzten Beschwerden führen. Den Gerichten war zunächst der Gesichtspunkt maßgebend, daß weder § 906 noch §§ 858, 865 BGB. Anwendung finden können, einmal weil diese nur gegen Einwirkungen auf ein Grundstück, sodann gegen Rechtsunsicherheit schützen. Die damit begründete Ablehnung des Störschutzes ist indessen nicht aufrecht erhalten worden. Das Landgericht Osnabrück hat bereits am 24. Juli 1929 die Störung des Rundfunkempfangs unter § 906 BGB. gestellt. Störungen muß danach jeder Rundfunkhörer nach Maß und Zeit der Ortsüblichkeit der Benutzung der Störapparate (Bestrahlung, Massage u. a.) ohne Ersatzanspruch hinnehmen, nicht jedoch darüber hinaus. Am 7. März 1930 erklärte das Landgericht Berlin I jede Störung infolge Nichtanbringung von Störschutzmitteln gemäß § 862 BGB. in Verbindung mit § 23 des Fernmeldegesetzes für unzulässig. Dieser Rechtsauffassung sind zahlreiche andere Gerichte gefolgt, so daß man jetzt sagen kann, daß sie allgemein geworden ist. Die Rundfunkstörung ist eine Eigentums- und Besitzstörung, im Sinne des § 906 BGB. eine nicht unbeträchtliche Beeinträchtigung. Das Rechtsmittel gegen diesen wesentlichen Eingriff in den ruhigen Rechtsgenuß ist die Klage auf Unterlassung, der der Störende mit der Anbringung eines genügenden Störschutzes begegnen kann. Die Frage, ob eine Rundfunkstörung als ortsüblich vom Hörer ohne Anspruch hingenommen werden muß, ist von den meisten Gerichten verneint worden.

Ein Urteil des Landgerichts Düsseldorf vom 2. Oktober 1930 sieht im § 23 des Fernmeldegesetzes, wonach bei elektrischen Anlagen die Verlegungskosten der Jüngere gegenüber dem Älteren zu tragen hat, eine Bestimmung, welche die Anwendung der vorstehenden Bestimmungen des BGB. ausschließt. Damit hat es sich im Gegensatz zu fast allen anderen Entscheidungen gesetzt, die ziemlich einmütig BGB. und Fernmeldegesetz nebeneinander anwenden. Über die Kostentragung bei Störschutz gehen die Urteile auseinander, doch werden geringfügige Kosten meist dem Störer aufgebürdet. Nur wenn Störschutzanlagen außergewöhnlich hohe Ausgaben erfordern, haben die Gerichte nach einem Interessenausgleich gestrebt und den Schaden dadurch verringert, daß sie die Benutzung der störenden Anlage auf einzelne Stunden beschränkten. So Amtsgericht Karlsruhe 4. Dezember 1929. W. Coermann.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zum Vortrags- und Diskussionsabend für jüngere Fachgenossen am Dienstag, dem 15. November 1932, 7½ Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Vortrag des Herrn Dipl.-Ing. Dr.-Ing. W. Kautter über das Thema: „Hochfrequenzkabel".

Inhaltsangabe:

1. Die Bedeutung der Fortleitung von Hochfrequenzenergie bei kurzen und bei Rundfunkwellen.
2. Die Eigenschaften von Hochfrequenzkabeln und ihre Messung.
3. Konstruktive Fragen.
4. Die Verwendung von Hochfrequenzkabeln zur Leistungsübertragung bei Sendern und für geschirmte Leitungen bei Empfängern.

2. Aussprache.

Zahlreiches Erscheinen der jüngeren Fachgenossen erwünscht.

Ordentliche Sitzung

am 25. Oktober 1932 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Prof. Dr. Wallot.

In Vertretung des leider verhinderten Herrn Vorsitzenden eröffne ich die Sitzung und heiße Sie herzlich willkommen. Seit der letzten Sitzung sind 11 Neuanmeldungen eingegangen; eine Liste liegt hier aus.

In der nächsten ordentlichen Sitzung vom 29. XI. wird Herr Oberingenieur Alvensleben vortragen über: „Die elektrische Betäubung von Schlachttieren". In der Fachgruppe für Installationstechnik (EVI) wird Herr Obering. Keilich am 1. XI. sprechen über: „Akkumulatoren für Stark- und Schwachstromanlagen", in der Fachgruppe für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) Herr Professor Dr. Lubberger am 8. XI. über: „Die Fernsprechversorgung großer Städte", in der Fachgruppe für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) Herr Obering. von Wiarda am 22. XI. über: „Erfahrungen des Kabelnetzbetriebes der BEWAG". Am 15. XI. findet ein Vortrags- und Diskussionsabend für jüngere Fachgenossen statt mit einem Vortrag des Herrn Dr.-Ing. Kautter über: „Hochfrequenzkabel". Zum Zwecke einer regen Aussprache werden die jüngeren Fachgenossen eingeladen, recht zahlreich zu erscheinen.

Ferner weise ich auf die interessante Vortragsreihe hin, die der Elektrotechnische Verein in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule vom 7. XI. ab veranstaltet über das Thema: „Der Kathodenstrahl-Oszillograph und seine Anwendungen". Die Preise der Vortragsreihe sind der Wirtschaftslage entsprechend herabgesetzt worden. Die Einladungen und Bekanntmachungen zu der Vortragreihe sind bereits ergangen.

Wie Ihnen bekannt ist, findet am Sonnabend, dem 5. XI. das „Wohltätigkeitsfest der Technik" mit reichhaltiger Tombola — jedes Los gewinnt — im Zoologischen Garten statt. Der Erlös aus dem Feste fließt in die Unterstützungskasse der veranstaltenden Vereine. Aus unserem Überschuß aus den früheren Festen haben wir schon manchem notleidenden Fachgenossen unter die Arme greifen können. Ich bitte Sie daher, auch diesmal durch Ihre Teilnahme an dem Wohltätigkeitsfest zur Linderung der Not in unseren Kreisen beizutragen.

Wir kommen nun zum zweiten Punkt der Tagesordnung, zu dem Vortrag des Herrn Dr. Friedländer über das Thema: „Grundlagen der Ausnutzung höchster Eisensättigungen für die Starkstromtechnik" Ich bitte Herrn Dr. Friedländer, das Wort zu nehmen.

(Folgt Vortrag.)

Vorsitzender: Ich spreche Herrn Dr. Friedländer im Namen des Elektrotechnischen Vereins den besten Dank aus für seinen ausgezeichneten Vortrag und die interessanten Vorführungen.

Ich eröffne nun die Aussprache.

(Vortrag und Aussprache werden demnächst in der ETZ veröffentlicht werden.)

Vorsitzender: Da niemand mehr das Wort wünscht, bleibt mir nur noch übrig, Herrn Dr. Friedländer nochmals für seinen Vortrag und den Herren Diskussionsrednern für ihre interessanten Beiträge bestens zu danken. Damit schließe ich die Sitzung.

Besprechung des Vortrags[1]

des Herrn Dipl.-Ing. Sardemann über das Thema:

„Betriebseigenschaften der synchronen und asynchronen Blindleistungsmaschinen"

in der Fachsitzung für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken **(EVE)** am 3. XI. 1931.

Vorsitz: Herr Oberingenieur Wronkow.

An den von regem Beifall begleiteten Vortrag knüpft sich folgende Besprechung:

Herr **Lebrecht:** Herr SARDEMANN hat am Schluß seines interessanten Vortrages das Ergebnis einer Umfrage in verschiedenen Betrieben der BEWAG erläutert. Es zeigte sich dabei im ganzen eine etwas günstigere Bewertung der Synchronmaschine im Vergleich mit der Asynchronmaschine. Unter den Argumenten, auf die sich die Wertpunkte der asynchronen Maschine stützten, nahmen Empfindlichkeit gegen Spannungschwankungen und gegen Frequenzänderungen einen breiteren Raum ein. Nun ist natürlich ohne weiteres zuzugeben, daß die Bindung an den Synchronismus bei der synchronen Maschine eine schwierigere Bedingung darstellt, als sie die asynchrone Maschine verlangt. Wenn aber der Herr Vortragende an anderer Stelle hervorhebt, daß seit Jahr und Tag Abschaltungen synchroner Maschinen im Netz der BEWAG nicht bekannt geworden sind, wenn er ferner hieraus folgert, daß die Stabilität der synchronen Maschine ausreichend ist, so ergibt sich doch die Frage, ob es richtig ist, den Spannungschwankungen und Frequenzänderungen die Bedeutung beizumessen, die in der Tafel zum Ausdruck kommt.

Tatsächlich ist es in der Ordnung, wenn man der synchronen Blindleistungsmaschine gegenüber der synchronen Maschine in der allgemeinen Form (Generatoren, Motoren) eine Sonderstellung zuerkennt. Synchrongeneratoren werden zumeist mit Zylinderläufern gebaut. Synchronphasenschieber können als Maschine mit ausgeprägten Polen gebaut werden. Darum ist ihr Kippmoment höher, dank ihres größeren Reaktionsmomentes, das vom Unterschied der magnetischen Leitfähigkeit in der Haupt- und Querfeldachse abhängt. Ferner ist die Empfindlichkeit synchroner Generatoren und Motoren gegen Spannungschwankungen wesentlich durch das Belastungsmoment bestimmt, zu welchem bei Generatoren noch gewisse Eigenschaften der Kraftmaschinenregler hinzukommen. Da das Kippmoment der synchronen Maschine linear mit der Netzspannung sinkt, fällt ein für normales Kippmoment ausgelegter, mit Vollast bei $\cos\varphi = 1$ arbeitender Synchronmotor bei Spannungsenkungen auf 60 ... 75 % Restspannung bereits außer Tritt. Synchron-Blindleistungsmaschinen sind dagegen nur mit ihrem Verlustmoment belastet, sie sind daher bei viel weitergehenden Spannungsenkungen noch nicht gefährdet, sofern sie nicht einen zu empfindlichen Spannungsrückgangschutz haben. Frequenzänderungen, die den Synchronismus gefährden könnten, haben heute nicht mehr die gleiche Bedeutung, die sie früher hatten. Erstens wurde die Frequenzhaltung im gesunden Betrieb und im Störungsfalle zu größerer Vollkommenheit entwickelt, zweitens bewirken im Zeitalter des Zusammenschlusses die der Fehlerquelle entfernter liegenden Kraftwerke die Aufrechterhaltung der Frequenz. Es bleibt der Einwand, daß schnelle Änderungen der Lage des Netzspannungsvektors im Störungsfalle den Synchronismus gefährden. Das Fehlen des Belastungsmomentes beim Phasenschieber bewirkt, daß Polradvektor und Netzvektor im normalen

[1] ETZ 1932, S. 1029 u. 1083.

Betrieb den Winkel Null bilden, so daß dem Phasenschieber die ganze Auslenkbarkeit seines Polrades zur Verfügung steht, wenn er in eine Störung eintritt. Demgegenüber haben Generatoren und Motoren schon vor der Störung den der Vorbelastung entsprechenden Winkel zwischen Netz und Induktor, so daß sie dem Ablauf eines Störungsfalles viel ungünstigere Grenzbedingungen bieten.

Wo man das Problem anpackt, findet man die Blindleistungsmaschine im Vorteil gegenüber Motoren und Generatoren. Wenn man nun sieht, daß unsere ganze Elektrizitätserzeugung auf einem System von Synchrongeneratoren aufgebaut ist, u. zw. hauptsächlich von Turbogeneratoren mit kleinem Kippmoment, mit den Komplizierungen durch Vorbelastung und Reglerfragen, und wenn man sieht, daß dieses System seine Brauchbarkeit seit Jahrzehnten unter Beweis gestellt hat, dann muß man doch sagen, daß der Betrieb mit Synchronphasenschiebern zum mindesten noch besser möglich ist als mit Generatoren. Der Synchronphasenschieber bietet ausreichende Betriebseigenschaften. Man wird daher einen Vorteil der Asynchronmaschine, für den kein dringendes Bedürfnis besteht, nicht zum Anlaß nehmen, auf die Verwertung der großen mechanischen und elektrischen Vorzüge der Synchronmaschine zu verzichten. (Beifall.)

Herr **Mandl**: Ich möchte nur ganz kurz zu einigen Punkten des Vortrags Stellung nehmen, die zum Teil einer Ergänzung, zum Teil einer kleinen Richtigstellung bedürfen. Der Herr Vortragende erwähnte, daß bei den asynchron anlaufenden Synchronmaschinen mit Transformator bei 30prozentiger Anzapfung der Strom, der dem Netz entnommen wird, bis zu 100 % betragen kann. Dazu möchte ich bemerken, daß selbst bei 30prozentiger Anzapfung, die bei großen Phasenverschiebern zu hoch gegriffen ist, der dem Netz entnommene Strom nur etwa 50 % beträgt. Das ist leicht nachzurechnen. Der Einschaltvorgang kommt einem Stoßkurzschluß mit 30 % der Spannung gleich. Bei einem fünffachen Stoßkurzschlußstrom-Wechselstromglied hätte man bei ⅓ Spannung $^5/_9$, also gut die Hälfte des Stromes. Nun fährt man heute fast durchweg mit Öldruckentlastung an, d. h. die Lager werden schon vor dem Anlauf unter Öldruck gesetzt, so daß man mit einer Spannung von nur 20 ... 25 % auskommt und die Ströme, die dem Netz entnommen werden, noch kleiner sind.

Der Herr Vortragende meinte weiter, daß man bei Verwendung des synchronisierten Asynchronmotors als Anwurfmotor die Kupplung entweder starr oder verdrehbar gestalten kann. Man kann sich leicht überlegen, daß es nicht notwendig ist, Gehäuse oder Kupplung drehbar zu machen, denn man hat an Ort und Stelle immer noch eine kleine Einstellmöglichkeit durch die Wahl des Erregerstroms des Anwurfmotors. Dieser stellt ja im erregten Zustand eine Synchronmaschine dar, und man kann das Polrad in genügend großen Grenzen verdrehen.

Zu den Anlaufschaltungen möchte ich ergänzend bemerken, daß wir bei den Synchronmaschinen eine gute, vollkommen stoßfreie Anlaufschaltung haben mit in Serie geschaltetem Anwurfmotor, wobei der Anwurfmotor mit Gleichstrom erregt wird, u. zw. senkrecht zur Achse der Hauptmaschine. Es ist das dieselbe Schaltung, wie sie asynchron bei den Phasenschiebern Moabit angewendet wird. Prinzipiell ist die Sache so: Der Anwurfmotor wird mit Gleichstrom so erregt, daß der vom Netz bezogene Wattstrom im Anwurfmotor der Größe und Phase nach genau kompensiert wird. Diese Schaltung ist jetzt in Ausführung für einen Synchronphasenschieber von 30 000 kVA.

Zu der kompoundierten Asynchronmaschine ist zu sagen, daß ähnliche Schaltungen sich auch bei Synchronmaschinen vorsehen lassen. Man kann z. B. bei der Synchronmaschine durch Einführung von Gegenspannungen in den Erregerkreis, die aus der Netzspannung über einen Gleichrichter gewonnen werden, die Stromänderungscharakteristik in weiten Grenzen beeinflussen und damit bei der Maschine mit kleinem Luftspalt dasselbe Verhalten erreichen, wie wenn sie einen großen Luftspalt hätte. Diese Schaltungen stören aber die besonders bei großen Maschinen anzustrebende Einfachheit und Durchsichtigkeit der Schaltung und erschweren die Voraussicht in bezug auf Kurzschlußverhalten und selbsterregte Schwingungen.

Der Herr Vortragende erwähnte dann, wenn man die Asynchronmaschine mit einem synchronen Umformer erregt, erzielt man dasselbe Verhalten wie bei der Synchronmaschine. Das gilt aber nur qualitativ. Quantitativ verhält sich die Asynchronmaschine ungünstiger, weil sie einen kleineren Luftspalt hat. Sie verhält sich wie eine Synchronmaschine mit einem Kurzschlußverhältnis von ¼.

Ein letzter Punkt! Ich glaube, daß auch nach vorliegenden Messungen der Höchstwert des Kurzschlußstromes im ersten Moment bei beiden Maschinengattungen ungefähr gleich groß ist. Daß das so sein kann, ergibt eine einfache Überlegung. Bei der Synchronmaschine ist die Hauptfeldreaktanz ungefähr viermal so klein wie bei der Asynchronmaschine, weil die Synchronmaschine den vierfachen Luftspalt hat. Ich denke dabei an einen Luftspalt von 20 mm bei der Synchronmaschine und an einen solchen von 5 mm bei der Asynchronmaschine. Die Streuung, d. h. das Verhältnis vom Leerlaufstrom zum Kurzschlußstrom, ist nun bei der Synchronmaschine etwa viermal so groß. Das ist leicht einzusehen, weil es sich nur um die Streuung der Induktorwicklung handelt; denn die Ströme in der Dämpferwicklung klingen bald ab und spielen daher keine Rolle. Nun ist die Induktorwicklung in großen Nuten angeordnet, die vom Luftspalt viel weiter entfernt sind als bei der Asynchronmaschine. Beide Umstände kompensieren sich ungefähr, so daß das Wechselstromglied ungefähr gleich groß ausfallen wird. Dagegen ist zuzugeben, daß der Abfall des Kurzschlußstromes bei der Synchronmaschine wesentlich langsamer erfolgt. Anderseits ist das aber auch ein Umstand, der günstig ausgenutzt werden kann.

Zum Schluß möchte ich als ein Vertreter der Firmen, die sich mit dem Bau von Phasenschiebern befassen, noch dem Vortragenden danken für den objektiven Vergleich beider Maschinengattungen und besondersn für die Mitteilung der uns so sehr interessierenden wertvollen Erfahrungen im BEWAG-Netz. (Beifall.)

Herr **Plattner**: Als ein Land, in dem sowohl asynchrone wie synchrone Phasenschieber verwendet werden, kommt Japan in Frage. Dort stehen (Stand 1929) an Synchronmaschinen 1 zu 30 000 kVA, 8 zu 25 000 kVA und 15 zu 15 000 kVA, und an Asynchronmaschinen 2 zu 2000 kVA, 2 zu 3000 kVA, 1 oder 2 zu 10 000 kVA und merkwürdigerweise „the biggest of the world“: ein asynchroner Phasenschieber von 30 000 kVA, den die japanische Firma Shibaura, die mit der General Electric verbunden ist, hergestellt hat. Es ist nicht anzunehmen, daß die Amerikaner den Japanern große Unterstützung zum Bau dieser Maschine gewähren konnten, da sie selbst wenig Erfahrungen darin haben.

Die 30 000 kVA-Maschine hat eine ähnliche Schaltung, wie sie von dem Herrn Vortragenden beschrieben wurde (Figur 7 der Abb. 1). Es ist eine statorerregte Hintermaschine mit einem Frequenzwandler, der auf derselben Welle sitzt. Die Hauptmaschine für 30 000 kVA mit 11 000 V und 50 Hz hat eine minutliche Umdrehungszahl von 500; sie ist also 12polig. Die Hintermaschine hat 300 kVA und der kleine Frequenzwandler 10 kVA. Als eine Besonderheit ist vielleicht zu erwähnen, daß die Kompensations- und Wendepolwicklung als verteilte Wicklung ausgeführt ist und polweise mit den entsprechenden Bürstenbolzen in Serie geschaltet ist, und dann erst die Parallelschaltung erfolgt. Das Anlassen geschieht durch einen Anlaßtransformator, u. zw. mit einer Teilspannung von 3000 V, also etwa 27 %. Die Rotorspannung beträgt dabei noch etwa 5000 V. Es wird mit einem festen Widerstand angelassen, ein Verfahren, das auch der Herr Vortragende beschrieben hat. Der Widerstand wird durch ein Relais in der zweiten Stufe kurzgeschlossen.

Der Phasenschieber ist seit 1929 in Betrieb. Nach der Inbetriebsetzung fand im japanischen Elektrotechnischen Verein eine Aussprache über die synchrone und asynchrone Blindleistungsmaschine statt, bei der die Meinungen auseinandergingen und letzten Endes festgelegt wurde, daß man im Falle einer Neubestellung doch die synchrone Blindleistungsmaschine bevorzugen würde. Dieses Urteil war wohl nicht so sachgemäß gefällt, wie ein Urteil nach dem Vorschlag des Herrn Vortragenden möglich ist.

Die Wertung, wie sie der Herr Vortragende uns vorgeführt hat, könnte vielleicht noch etwas verbessert werden. Meines Erachtens wäre es falsch, irgendwelche Wertungspunkte auszulassen, wie es eben von Herrn Dr. LEBRECHT vorgeschlagen wurde. Ich glaube vielmehr, man sollte möglichst viele Wertungspunkte hineinziehen, aber versuchen, sie auf eine gleiche Basis zu stellen. Es wäre natürlich schön, wenn es gelingen würde, die Wertung auf die an sich entscheidende Frage zu basieren: auf die Preisfrage. Wenn es gelänge, die einzelnen Wertungspunkte preislich zu vergleichen, dann wäre die Bewertung eine vollkommene. (Beifall.)

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE
Verband Deutscher Elektrotechniker.
(Eingetragener Verein.)
Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Kommission für Elektrowerkzeuge.

Die Kommission für Elektrowerkzeuge hat beschlossen, dem § 23 a) der „Vorschriften für Elektrowerkzeuge für Spannungen bis 250 V gegen Erde V.E.Wz./1932" folgende Fassung zu geben:

„Jede Maschine ist mit einem Schalter zur zuverlässigen Ausschaltung des Motors zu versehen."

Die Änderung soll der nächsten Jahresversammlung zur Beschlußfassung vorgelegt werden.

Einsprüche in doppelter Ausfertigung sind bis zum 31. XII. 1932 an die Geschäftstelle des VDE zu richten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. a) 10. XI. 1932, abds. 7½ h, Staatl. Akademie für Technik, Hörsaal 199: Lichtbildervortrag Dr.-Ing. Jacobs, „Der neue Lorenz-Großrundfunksender Leipzig". b) 15. XI. 1932, abds. 8 h, Gesellschaftsräume des „Chemnitzer Hofes": Geselliger Abend mit Damen.

Thüringer Elektrotechn. Verein Erfurt. 18. XI. 1932, abds. 8 h, Vereinssaal des Hotel Erfurter Hof, gegenüber dem Bahnhof: Vortrag Dr.-Ing. Gg. Meyer, „Wie denkt der Konstrukteur und Erfinder?".

Elektrotechn. Gesellschaft Magdeburg. 15. XI. 1932, abds. 8¼ h, Festsaal der Ver. Techn. Staatslehranstalten, am Krökentor 1: Vortrag Dipl.-Ing. Petzer, „Neuerungen im Elektromotorenbau".

Elektrotechn. Gesellschaft Halle a. S. und Thür. Bezirksverein deutscher Ingenieure. 10. XI. 1932, abds. 8 h, Roter Saal des Stadtschützenhauses: Lichtbildervortrag Dr. List, „Probleme der Speisewasseraufbereitung für Kesselanlagen und Fabrikationsbetriebe".

Elektrotechn. Verein München. 16. XI. 1932, Hörsaal 127 der T. H.: 1. Vortrag Obering. O. Mayr, „Die Weiterentwicklung von Hochleistungschaltern". 2. Vortrag Dr. H. Probst, „Neuerungen auf dem Gebiete der Hochspannungschaltanlagen und die Entwicklung und der heutige Aufbau der Maschinen-Schaltwarte".

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 18. XI. 1932, abds. 8¼ h, Konzerthaus: Vortrag Dr. von Issendorff, „Gittergesteuerte Gleichrichter".

Württ. Elektrot. Verein Stuttgart. a) 16. XI. 1932, abds. 8 h, Elektrot. Inst.: Vortrag Dr.-Ing. F. Putnoky, „Die Wirtschaftlichkeit der Beleuchtung in der Industrie". b) 19. XI. 1932, nachm. gegen 6½ h: Rundfunkvortrag Dir. R. Plebst im Sender Mühlacker „Die Elektrizitätsversorgung von Großstädten".

Verein deutscher Gießereifachleute, Berlin. 12. u. 13. XI. 1932: Fachtagung mit 20 Vorträgen in der T. H.; anschließend: Hochschulvorträge über den Stand der Röntgentechnik im Gießereibetrieb im Hörsaal 203 des Eisenhüttenmänn. Inst. der T. H. (Chemiegebäude), Berliner Str. 172, mit Praktikum in der Abt. f. techn. Röntgenkunde des Eisenhüttenmänn. Inst. der T. H., Franklinstr. 29, Gebäude 23.

Schiffbautechn. Gesellschaft, Berlin. 16. ... 19. XI. 1932: 33. Hauptversammlung mit zahlr. Vorträgen und Besichtigungen. Auskunft erteilt die Gesechäftstelle: Berlin W 35, Blumeshof 17.

Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure und Außeninstitut der Technischen Hochschule bzw. Arbeitsgemeinschaft dt. Betriebsingenieure.

1. Vortragsreihe über Währungspolitik, Finanzierung und Bilanzwesen, in der T. H., Hauptgebäude, alter Physikhörsaal, abds. 6½ bis 8 h. a) 18., 25. XI. u. 2. XII.: Prof. Dr. Prion, b) 9. u. 16. XII. 1932: Prof. F. Leitner. 5 Doppelstunden 5 RM.
2. Vortragsreihe über Forschung und Praxis in der Warmbehandlung des Stahles in der T. H., Hauptgebäude, alter Physikhörsaal, abds. 6½ bis 8 h. a) 3. XI. 1932: Dr.-Ing. A. Jung, „Einführung in die Kristallisationsvorgänge des Stahles; Nutzanwendung für die Praxis". b) 17. XI. 1932: Dr.-Ing. F. Rapatz, „Das Glühen der verschiedenen Stähle bei Stahlerzeugern und Stahlverbrauchern". c) 1. XII. 1932: Dr.-Ing. Houdremont, „Das Härten und Anlassen".

3 Doppelstunden 3 RM.

Kartenbestellungen für die betr. Vortragsreihe, nicht für Einzelvorträge, sind an das Ingenieurhaus, Friedrich Ebert-Straße 27, zu richten.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

Neue Triebwagen der Bergischen Kleinbahnen, Elberfeld.

In Ergänzung zu obigem Aufsatz, ETZ 1932, S. 539, erwähne ich auf Anregung der Firma G. & J. Jaeger, AG., Elberfeld, die den größten Teil der Achsrollenlager für die Elberfelder Bahnen lieferte, daß man für die fraglichen Wagen eine gleichfalls von Jaeger entworfene Spezial-Gleitlagerkonstruktion als Achslager vorgesehen hat, um festzustellen, ob diese im normalen Betriebe die gleichen Vorzüge hat wie beim Probelauf.

Es ist jedoch bisher noch keine Entscheidung getroffen worden, ob man grundsätzlich später auf diese Lagertype übergehen will.

Elberfeld, 7. IX. 1932. Dipl.-Ing. E. Auerbach.

LITERATUR.

Besprechungen.

Spannung, Widerstand, Strom. Eine Einführung in die Elektrotechnik. Bearb. u. herausg. v. Deutschen Ausschuß f. techn. Schulwesen i. Verbindung m. führenden Verbänden u. Fachleuten. Mit etwa 338 Textabb. u. einer Modelltafel u. 125 S. in 8°. Zu bez. dch. d. Herausg., Berlin W 35, Potsdamer Str. 119 b, 1931. Preis kart. 2.20 RM, geb. 3 RM.

Der „Deutsche Ausschuß" hat sich die nicht einfache, aber sehr dankenswerte Aufgabe gestellt, ein besonders für Lehrer und Schüler der allgemeinbildenden Schulen geeignetes Elektrotechnikbuch herauszubringen, das „lebendiges Verständnis für die heutige Elektrotechnik in möglichst weite Kreise tragen" will. Nach einer kurzen Einführung in die elektrischen und magnetischen Grundgesetze wird der Leser über die Erzeugung, Verteilung und Anwendung der elektrischen Energie unterrichtet. Die klare Darstellungsweise findet eine wirksame Unterstützung durch sorgfältig ausgewählte Bilder, die recht anschaulich und lehrreich sind. Daß auf die bestehenden Vorschriften, die Gefahrenquellen und Schutzmaßnahmen in einem besonderen Abschnitt und auch an allen sonst in Frage kommenden Stellen bei der Installation, den Geräten usw. besonders hingewiesen wurde, ist ein weiterer Vorzug des Buches.

Einer späteren Auflage würde vielleicht zu empfehlen sein, daß das einführende Kapitel vom Magnetismus mehr das magnetische Feld in den Vordergrund stellt und die „Pole" nur nebenbei erwähnt. Auch würde ein Zusammenfassen der beiden Erscheinungsformen des Induktionsgesetzes das Wesen der elektromagnetischen Erscheinungen schärfer hervortreten lassen. Trotz starker Benutzung von Vergleichen des elektrischen Kreises mit dem Kreislauf des Wassers und mit Erscheinungen aus der Mechanik kann die naheliegende Gefahr, daß dabei falsche Nebenvorstellungen aufkommen, im allgemeinen als vermieden angesehen werden.

Im ganzen ist das Buch recht geeignet, die Elektrotechnik dem Laien, besonders dem Schüler, näher zu bringen. F. Moeller.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Metallpreise im 3. Vierteljahr 1932[1]. — Das 3. Vierteljahr ist durch den Umschwung auf dem Metallmarkt gekennzeichnet. Während noch in der ersten Hälfte des Juli die Bewegung stark nach unten neigte und neue Rekorde im Tiefstand erreicht wurden, setzte Ende Juli eine regelrechte Hausse am Metallmarkt im Zusammenhang mit der Haussebewegung an den Effekten- und anderen Rohstoffmärkten ein. Wieweit diese Bewegung ihren Ursprung in Käufen für den Konsum hat oder aus Meinungskäufen resultiert, läßt sich heute noch nicht ganz übersehen. Die Preise zogen bis zu 50 % an. Wenn auch der Anfang September erreichte Höchststand sich nicht behaupten ließ, so ist doch für Ende des 3. Vierteljahres im ganzen eine wesentliche Preisauf-

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1371; 1932, S. 759.

Metall	Sichtbare Vorräte am Monatsende				Weltproduktion			
	Januar 1929	Juni 1932	Juli 1932	August 1932	Jahresdurchschnitt 1929	Juni 1932	Juli 1932	August 1932
Kupfer (sh. tons)	—	—	—	—	178 000	nicht bekanntgegeben		
Raffinade (Nord- und Südamerika) . .	62 700	—	710 000	709 000	—	—	—	—
Blister (Nord- und Südamerika)	119 000	nicht bekanntgegeben			—	—	—	—
Blei (sh. tons)	—	—	—	—	160 500	104 900	99 900	104 200
Raffinade in den V. S. Amerika . . .	35 000	180 500	180 300	175 400	—	—	—	—
Zink (sh. tons)	—	—	—	—	135 100	70 300	68 900	65 800
Roh in den V. S. Amerika	45 900	134 000	135 900	131 200	—	—	—	—
Roh in Großbritannien	2 000	23 200	22 000	20 600	—	—	—	—
Zinn (lg. tons)	—	—	—	—	—	—	—	—
Weltvorräte	23 700	55 100	54 900	54 500	—	—	—	—

besserung zu verzeichnen. — Im einzelnen ist zu berichten (Abb. 1)[1]:

Kupfer: Nach Ausscheiden verschiedener Erzeuger aus dem Kartell entbrannte ein Kampf aller gegen alle, der den Preis für Wirebars bis auf 4,50 cts warf. Die Delnotiz folgte den Preisstürzen nicht ganz. Am 27. Juli, dem Tage des tiefsten Preisstandes, entsprach die Delnotiz von 43,50 RM

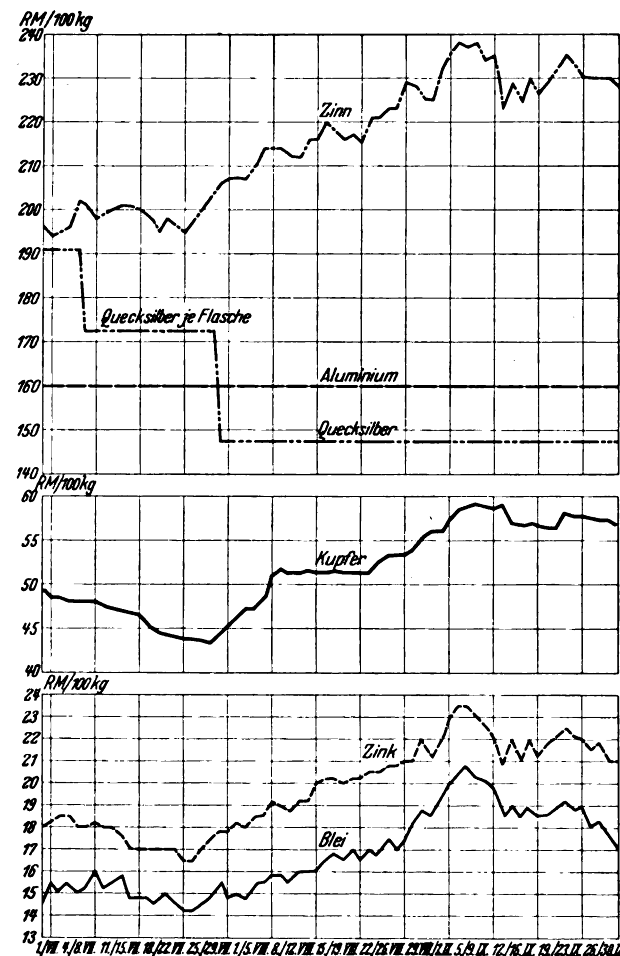


Abb. 1. Metallpreise im 3. Vierteljahr 1932.

Aluminium: Berlin 98/99 % Blöckchen. — Blei: Berlin erstnotierter Monat (Brief). — Kupfer: Berlin Delnotiz. — Quecksilber: Hamburg in £ je Flasche ($34\frac{1}{2}$ kg), umgerechnet in RM. — Zink: Berlin erstnotierter Monat (Brief). — Zinn: Hamburg Kontrakt A erstnotierter Monat (Brief).

einem Wirebars-Preis von 4,70 cts, während tatsächlich schon zu 4,50 ··· 4,60 cts anzukommen war. Das Rumpfkartell hielt an seinem nominellen Preis von 6,25 cts bzw. dem „Kontingentpreis" von 5,50 cts unentwegt fest. Erst am 19. Juli gab das Kartell ein kleines Quantum zu 4,875, dann zu 4,70 cts frei, so daß jetzt 3 Preise allein des Kartells bestanden. Käufe wurden aber kaum getätigt. Der Tiefstand des Kupferpreises war am 27. Juli mit 4,50 cts für Wirebars erreicht. Dann setzte der Umschwung, ausgehend vom Londoner Standardmarkt, ein; eine Produzentengruppe nahm Ware aus dem Markt, angeboten wurden nur kleine Mengen. Bis zum 8. August waren Wirebars bis auf 5,50 cts, den alten Konzessionspreis des Kartells, gestiegen. Am 6. IX. lag der Wirebars-Preis schon über dem bisher nur nominellen Kartellpreis von 6,25 cts (Delnotiz 58,50 RM). Dann trat eine Preisreaktion ein, die den Kupferpreis um etwa 2 RM warf; nach einem vorübergehenden Anziehen notierte Kupfer am Quartalsende 56,75 RM.

Blei und Zink: Bei fast völliger Umsatzlosigkeit an der Berliner Börse (Juli: Blei 225 t, Zink 1500 t) erlitten die beiden Metalle infolge der Vorgänge am Kupfermarkt Preiseinbußen. Anderseits setzten, als der Kupferpreis anzog, starke Käufe ein, die die Preise beider Metalle stark hinauftrieben, wobei Blei andauernd bevorzugt war (Umsatz an der Berliner Börse 1625 t Blei, 3000 t Zink). Gegenüber dem niedrigsten Stand gewann Blei bis zum 27. IX. 46 %, Zink 30 %. Die Reaktion, insbesondere bei Blei, war gegenüber den andern Metallen erheblicher.

Zinn: Das am 1. Juli in Kraft tretende Restriktionsschema und die Bildung eines neuen Pools ließen die Preise vorübergehend anziehen. Alsdann lag der Markt ruhig, bis er durch die Hausse auf den andern Märkten ebenfalls in Bewegung geriet. Starke Käufe, insbesondere aus den V. S. Amerika und England, trieben den Preis bis auf 238 RM; im Gegensatz zu Blei und Zink war Zinn auch nach der Reaktion gut gehalten (230 RM am Quartalschluß).

Quecksilber: Der bereits im 2. Vierteljahr einsetzende starke Preisrückgang hielt bis Mitte Juli an. Seitdem liegt Quecksilber verhältnismäßig stabil bei etwa 34 $ cif Hamburg bzw. 10 £.

Aluminium, Nickel: Die Preise sind unverändert. Lediglich die British Aluminium Corporation erhöhte Ende September den englischen Inlandspreis für Rohaluminium von 95 auf 100 Papier-£.

Preisindexziffer der „Metallwirtschaft".

1909/13 = 100	Juli 1932	August 1932	September 1932
	Monatsdurchschnitt		
Gesamtindex	45,5	49,6	53,9
Kupfer	34,6	38,2	43,1
Blei	45,5	53,1	59.4
Zink	36,3	42,1	46.2
Zinn	53,5	58,3	62,0
Aluminium	111,1	111,1	111,1
Nickel	107,7	107,7	107,7
Antimon	52,8	53,2	56,8

Lw

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 40: Wer stellt „EKW"-Transformatoren zum Einschrauben in Lampenfassungen mit Edisongewinde her?

Frage 41: Wer fertigt Handschuhe für elektrische Ladung durch Taschenlampen-Batterien an?

Frage 42: Wer stellt Kommutatoren mit Preßmasse-Ioslierung her?

Abschluß des Heftes: 4. November 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

[1] Der besseren Übersicht wegen ist für die Folge die graphische Darstellung der Preisbewegung auf Reichsmark umgestellt, u. zw. einheitlich je 100 kg (mit Ausnahme von Quecksilber, wo die Notierung je Flasche erfolgt). Zugrundegelegt sind die Notierungen der Berliner bzw. Hamburger Metallbörse. Die in £ erfolgende Hamburger Notierung für Quecksilber ist in Reichsmark umgerechnet.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Frequenzüberwachung durch Periodenkontrolluhren.

Mitteilung der AEG.

Die genaue Einhaltung der Frequenz gehört zu den wichtigsten Forderungen, die an den zeitgemäßen Kraftwerksbetrieb gestellt werden müssen, da vornehmlich bei weitläufigem Parallelbetrieb zahlreicher Kraftwerke eine gute Frequenzhaltung die Grundlage für eine einwandfreie Leistungsverteilung schafft. Während vor mehreren Jahren noch Abweichungen von einigen Prozent vom normalen Wert der Frequenz als zulässig erachtet wurden, ist man heute bestrebt, wesentlich höhere Ansprüche in dieser Hinsicht zu stellen. Dies geht schon aus der großen Zahl von Geräten und Einrichtungen hervor, die zur Beobachtung und Nachprüfung, sowie zum selbsttätigen Konstanthalten der Frequenz gerade in letzter Zeit entwickelt wurden und angewandt werden.

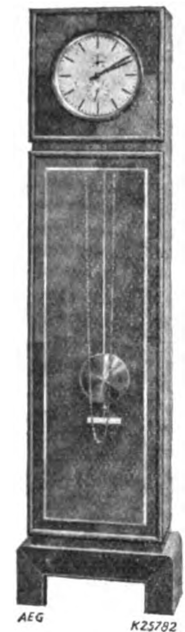


Abb. 1. Periodenkontrolluhr in Standgehäuse.

Die Periodenkontrolluhr bietet hierzu eine wertvolle Ergänzung, da sie in dem durch den Synchronmotor angetriebenen Zeiger ein integrierendes Element enthält, das somit alle Frequenzungenauigkeiten summiert und in Verbindung mit einem genau gehenden Uhrwerk zu einem unmittelbaren Vergleich der Integralwerte von Zeit und Frequenz benutzt werden kann. Bei Überwachung durch Periodenkontrolluhren kann also eine verfeinerte Frequenzreglung durchgeführt werden, die nicht nur die Anschlußmöglichkeit von Synchronuhren ergibt, sondern auch der allgemeinen Betriebsführung zugute kommt. Die Frequenzüberwachung durch Periodenkontrolluhren kann verschieden gehandhabt werden und richtet sich ganz nach der Einstellung des Betriebes bzw., wenn es sich um größere Netze handelt, nach den bestehenden Kupplungsverhältnissen.

Die Periodenkontrolluhren werden von der AEG in verschiedenen Ausführungsarten gebaut. Die gebräuchlichste besteht aus einem Stand- oder Wandgehäuse, das zur Aufnahme einer Präzisionspendeluhr mit $^1/_1$-Sekundenpendel dient (Abb. 1). An der Rückseite des Zifferblattes ist außerdem ein Synchronmotor angeordnet, der bekanntlich eine Drehzahl annimmt, die genau proportional der Frequenz des Stromes ist, der sein Drehfeld erzeugt. Die Zeiger, die von dem astronomischen Hauptuhrwerk sowie von dem Synchronmotor angetrieben werden, sind konzentrisch angeordnet. Die Frequenzüberwachung erfolgt durch Vergleich der Zeitanzeige des Synchronmotors mit der erwähnten Präzisionspendeluhr. Im allgemeinen wird der Minutenzeiger der letztgenannten Uhr mit dem Zeiger des Synchronmotors verglichen, der so übersetzt ist, daß er ebenfalls eine Umdrehung in 60 min macht. Die Schwankungen der Frequenz zeigen sich in einem Voreilen oder Nachbleiben des vom Synchronmotor angetriebenen Frequenzzeigers, der zweckmäßig rot markiert ist. Zurückbleiben bedeutet, daß mit zu niedriger Frequenz, Voreilen, daß mit zu hoher Frequenz gefahren wird. Da auf dem Zifferblatt der abgebildeten Uhr noch zwei Sekundenzeiger angeordnet sind, von denen einer durch das astronomische Werk und der andere durch das Synchronuhrwerk betrieben werden, können Abweichungen auch in s ermittelt werden.

Außer der vorerwähnten Periodenkontrolluhr in Standgehäuse bzw. Wandgehäuse hat die AEG eine Sonderausführung zum Einbau in Schalttafeln entwickelt, deren astronomisches Vergleichuhrwerk als Nebenuhr ausgebildet ist. Das Nebenuhrwerk wird durch eine an einer besonderen Stelle aufgestellte Hauptuhr stündlich geregelt. Im übrigen besteht die Nebenuhr, die in der Schalttafel eingebaut wird, aus einem selbständig gehenden Uhrwerk mit 24 stündiger Gangreserve, das von einem Synchronmotor regelmäßig aufgezogen wird.

Eine bemerkenswerte Neuausführung der AEG ist die Periodenkontrollnebenuhr zum Einbau in Schalttafeln (Abb. 2), die in ähnlicher Form im Großkraftwerk Klingenberg eingebaut ist. Durch Einbau eines besonderen Differentialwerkes besteht die Möglichkeit, die Unterschiede zwischen der astronomischen und der Synchronzeit jederzeit auf die Sekunde genau abzulesen.

Die Zahl von Netzen, die durch Periodenkontrolluhren frequenzüberwacht werden, ist ständig im Zunehmen begriffen. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Holland werden schon fast sämtliche Werke durch Periodenkontrolluhren überwacht. In Deutschland hat die Entwicklung auf diesem Gebiete ebenfalls schon große Fortschritte gemacht.

Die Vorteile der genauen Frequenzeinhaltung liegen nicht nur auf kraftwirtschaftlichem Gebiete. Die Möglichkeit der Verwendung von Synchronuhren und Synchron-Schaltuhren bringt wirtschaftliche und technische Vorteile, die sich einerseits in größerem Stromverbrauch und anderseits in erleichterter Bedienungsweise zahlreicher elektrischer Geräte auswirken.

Bei den Synchronuhren steht die Genauigkeit gegenüber den teuren Präzisionsuhren in keiner Weise nach. Durch die einfache Konstruktion des Synchronuhrwerkes, bei dem weder Echappement noch Federwerk zur Anwendung kommen, ist die Gewähr für den zuverlässigen Betrieb gegeben, zumal Erschütterungen, Stöße und Witterungseinflüsse den Gang der Uhr in keiner Weise beeinflussen. Eine Reglung der Synchronuhren erübrigt sich, da die Eigenart des über das Elektrizitätswerk frequenzgeregelten Wechselstromes den Synchronmotor zwingt, die für den richtigen Gang der Uhr erforderliche Drehzahl genau einzuhalten.

Der Synchronmotor, der eine verhältnismäßig große Kraft entwickelt, ist besonders geeignet, auch Schaltfunktionen der verschiedensten Art durchzuführen. Infolge seines hohen Drehmomentes kann er 2- und 3-polige Schaltuhren bis zu Stromstärken von 15 A mit Sicherheit betätigen. Die Synchronschaltuhren werden daher in ständig wachsendem Umfange verwendet, z. B. als Tarifuhren zum Umschalten der verschiedenen Zählwerke, ferner in Verbindung mit Heißwasserspeichern, elektrischen Herden usw., sowie zur automatischen Schaltung von Reklame-, Schaufenster- und Straßenbeleuchtungen.

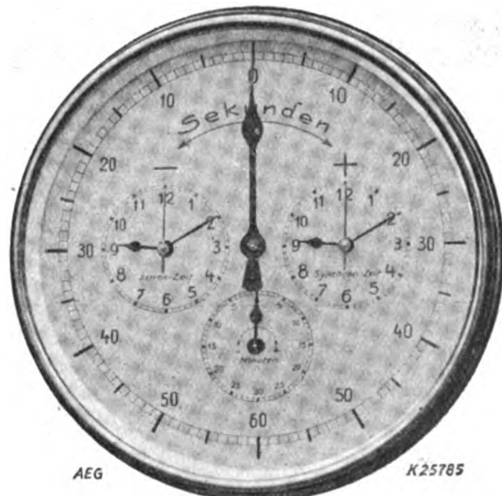


Abb. 2. Periodenkontrolluhr mit Differenzanzeiger zum Schalttafeleinbau.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 17. November 1932 | Heft 46

Höchstspannungsübertragung und wirtschaftliche Lastverteilung.

Von Dr.-Ing. **Ludwig Musil**, Berlin.

Übersicht. An Hand eines Beispiels wird die Zusammensetzung der Jahres-Übertragungskosten einer Höchstspannungsleitung erörtert und weiterhin die Frage untersucht, wie eine gegebene Belastung auf ein Nah- und Fernwerk aufzuteilen ist, um ein Minimum an Übertragungskosten zu erhalten.

Bei Energieübertragungen über große Entfernungen spielt neben den rein elektrotechnischen Problemen die Frage der wirtschaftlichen Lastverteilung der zusammenarbeitenden Kraftwerke eine große Rolle. Berücksichtigt man, daß für 100 kV-Übertragungen der jährliche Kostenaufwand bei mittleren Verhältnissen nur etwa 10 ··· 15 %, für 220 und 380 kV-Leitungen jedoch etwa 50 ··· 100 % der festen Jahresausgaben für ein Dampfkraftwerk ausmacht, so erkennt man die große Bedeutung der Höchstspannungsübertragung für das gesamte Energie-Versorgungssystem, dessen Berechtigung und Wirtschaftlichkeit durch die Übertragung weitgehendst beeinflußt wird. Es sollen daher im nachstehenden die grundsätzlichen Gesichtspunkte für die Einfügung einer Höchstspannungsübertragung in ein Versorgungssystem und besonders die Auswirkung auf die Lastverteilung erörtert werden.

Als Beispiel sei eine Drehstromübertragung für folgende Verhältnisse untersucht:

Spannung	220 kV verkettet
Leitungsquerschnitt	2 · 3 · 220 mm² (Hohlseil)
Leitungslänge	600 km
Anlagekosten der Leitung unter Voraussetzung normaler Geländeverhältnisse	67 000 RM/km
Energielieferung aus	Braunkohlen-Großkraftwerk
Anlagekosten für das Kraftwerk	300 RM/kW Höchstleistung unter Berücksichtigung einer Reserve von 20 %
Brennstoff	Braunkohle mit einem Heizwert von 2200 kcal und einem Preis von 3,20 RM/t
Leistungsfaktor im Verbrauchschwerpunkt	0,8; wird auf 1,0 kompensiert.

Die Leitung verbindet ein oder mehrere Kraftwerke mit einem Konsumschwerpunkt und ist als Bestandteil eines großen Versorgungsnetzes zu betrachten. Die Spannung am Anfang und Ende der Leitung wird bei allen Belastungen annähernd auf gleicher Höhe gehalten. Die längs der Leitung angeordneten Spannungs-Regelstationen sind mit asynchronen Blindleistungsmaschinen ausgerüstet. Der Einfachheit halber ist noch die Annahme gemacht, daß eine Leistungsabgabe nur am Ende des betrachteten Leitungsstranges stattfindet.

Die Jahreskosten einer solchen Übertragung pro Kilowatt höchster Übertragungsleistung setzen sich aus folgenden Gliedern zusammen:

1. Ausgaben für die Leitungsanlage
   a) Kapitaldienst und Unterhalt für die Übertragungsleitung (sogen. feste Ausgaben),
   b) Kapitaldienst für die Vergrößerung der Kraftwerksleistung infolge der Übertragungskosten bei höchster Belastung,
   c) Aufwand für den Mehrverbrauch an Brennstoff infolge der jährlichen Übertragungsverluste,
   d) Aufwand für die Blindstromkompensation (Kapitaldienst, Unterhalt und Verluste);
2. Ausgaben für die Umspannung
   e) Kapitaldienst und Unterhalt für Auf- und Abspannwerke,
   f) Verlustkosten für die Umspannung.

In der Abb. 1 sind im Diagramm A die einzelnen Kostenelemente in Abhängigkeit von der Übertragungsleistung eingetragen. Den größten Anteil verursachen der

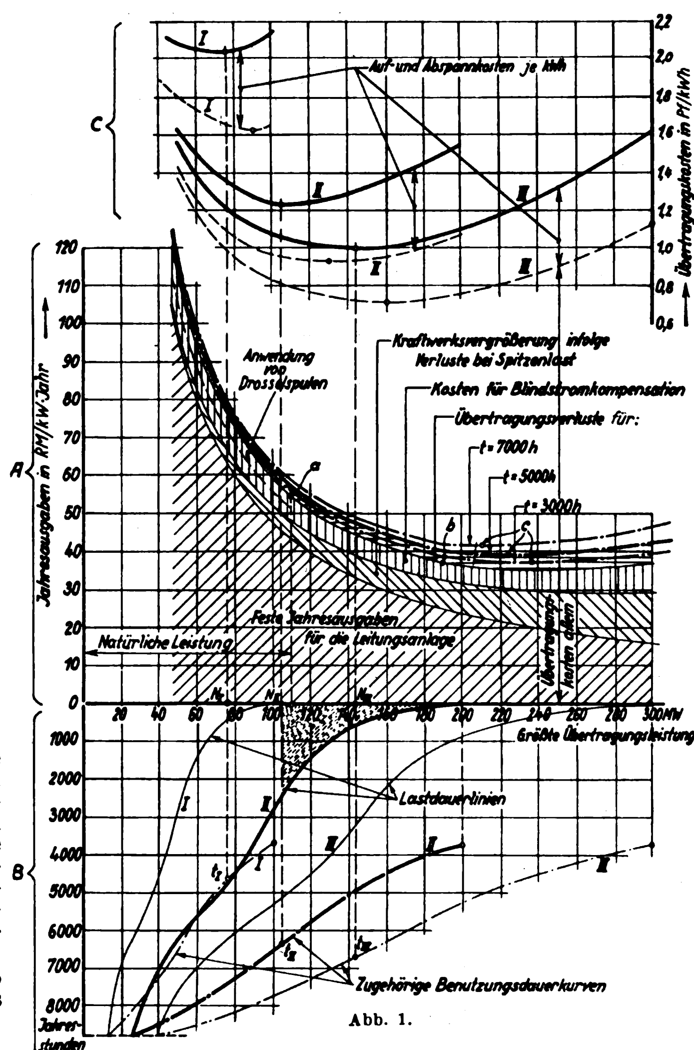


Abb. 1.

Kapitaldienst und Unterhalt für die Leitung selbst, der mit steigender Übertragungsleistung abnimmt; die Kosten für die Kraftwerksvergrößerung nehmen hingegen zu, da ja der Wirkungsgrad kleiner wird. Die Kostenkurve für die Blindstromkompensation weist zwei ausgezeichnete Punkte auf. Der eine liegt bei der sogenannten „natürlichen Leistung" a, unterhalb der die Anwendung von Drosselspulen möglich ist (gestrichelte Kurve), der andere

bei jener Übertragungsleistung, für welche die erforderliche kapazitive Blindleistung gleich der bei Leerlauf notwendigen induktiven ist (bei Punkt *b*). Bis zu dieser Leistung richtet sich die Größe der Blindleistungstationen nach dem Leerlaufsbedarf, der Anteil pro Kilowatt Übertragungsleistung nimmt also ab. Darüber hinaus erhöht sich die zu installierende Blindleistung und damit auch der Kostenanteil. Die jährlichen Leitungsverluste, die von der Jahresbenutzungsdauer t der maximalen Übertragungsleistung abhängen und für $t = 3000$, 5000 und 7000 h aufgetragen sind, treten auch bei großen Leistungen gegenüber den anderen Kostenanteilen zurück, sie beeinflussen die Gesamtkosten nur wenig (strichpunktierte Kurven). Die Umspannung wird erst später bei Umrechnung der Kosten auf die Kilowattstunde berücksichtigt. Die Jahresausgaben pro Kilowatt hierfür sind fast konstant, wenn man voraussetzt, daß die Umspannwerke jeweils der Konsumzunahme angepaßt werden. Die Form der Kurve für die Jahresausgaben wird also dadurch praktisch nicht geändert. Die geringsten Jahresausgaben je Kilowatt ergeben sich in c etwa zwischen 210 ··· 240 MW (wirtschaftlichste Belastung der Leitung).

Die Kostenkurven sind auch für andere Leitungslängen und Spannungen sowie für den Fall, daß die Stromlieferung durch Wasserkraftwerke erfolgt, ermittelt. Die wirtschaftlichste Leitungsbelastung liegt in allen Fällen etwa zwischen dem 1,4- und 2fachen der natürlichen Leistung, u. zw. gilt die erste Zahl für längere, die letztere für kurze Leitungen.

Es ist nun die Frage zu beantworten, wie eine gegebene Belastung auf Fern- und Nahwerke aufzuteilen ist, um ein Minimum an Übertragungskosten zu erreichen. Zu diesem Zweck sind die Übertragungskosten je Kilowattstunde zu berechnen. Es sei wieder von dem Beispiel der 220 kV-Leitung ausgegangen und angenommen, daß die Höchstbelastung des belieferten Versorgungsgebietes 100 MW betrage. Der Verlauf der Belastung ist in Diagramm *B* durch die eingezeichnete Lastdauerlinie *I* angedeutet. Aus dieser wurde zunächst die Benutzungsdauerkurve *I* in der Weise ermittelt, daß man die unterhalb einer bestimmten Leistung liegende Kilowattstunden-Fläche durch diese Leistung dividiert und die so erhaltene Benutzungsdauer über der Leistung aufträgt. Für die Höchstbelastung von 100 MW ergibt sich somit eine jährliche Benutzungsdauer von 3700 h, die für größere Versorgungsgebiete wohl als Mittelwert angesehen werden kann. Die Kosten je Kilowattstunde erhält man bekanntlich, indem man die Jahresausgaben je Kilowattstunde maximaler Übertragungsleistung durch die zu dieser Leistung gehörige Benutzungsdauer dividiert. Die so berechneten Übertragungskosten sind im Diagramm *D* ohne (gestrichelt) und mit (voll ausgezogen) Berücksichtigung der Umspannkosten eingetragen und mit *I* bezeichnet worden. Im Laufe der nächsten Jahre steige die Belastung auf 200 und später auf 300 MW (Kurven *II* und *III* im Diagramm *B*). Auch für diese Fälle wurden in gleicher Weise die Übertragungskosten berechnet (Kurven *II* und *III* im Diagramm *C*). Es ergeben sich dann bei den Leistungen N_I, N_{II} und N_{III} die jeweils günstigsten Übertragungskosten, z. B. ist es im Falle *II* wirtschaftlich, die Leitung nur mit einer maximalen Leistung von 105 MW und einer Benutzungsdauer $t_{II} = 6300$ h zu belasten und den restlichen Energiebedarf (schraffierte Fläche) durch ein Nahwerk decken zu lassen.

Aus den auf die Kilowattstunde umgerechneten Kostenkurven (Diagramm C) läßt sich zunächst der Schluß ziehen, daß es im Gegensatz zur vielfach vertretenen Ansicht richtig ist, auch bei noch schlecht belasteten Übertragungsanlagen, die Erzeugung auf Nahwerk und Fernwerk aufzuteilen, wie z. B. der Fall II zeigt, in welchem die Konsumspitze (200 MW) noch unter der günstigsten Leitungsbelastung (210 ··· 240 MW) liegt und die wirtschaftlichste Übertragungsleistung N_{II} etwa 50 % der wirtschaftlichsten Leitungsbelastung beträgt. Die wirtschaftlichsten Übertragungsverhältnisse ergeben sich, wenn der Konsum soweit angestiegen ist, daß die dem Fernwerk zugeteilte Höchstleistung der wirtschaftlichsten Leitungsbelastung (Punkt *c*) entspricht. Steigt der Bedarf noch weiter an, so erhöht sich auch das Optimum der Übertragungskosten, die Übertragungsanlage arbeitet wieder unwirtschaftlicher. Mit der wirtschaftlichsten Belastung ist die „Vollast" der Leitung erreicht.

In Zahlentafel 1 sind für verschiedene Leitungen und Konsumspitzen die wirtschaftlichsten Benutzungsdauern für die Übertragung zusammengestellt.

Zahlentafel 1. A) 220 kV-Leitung $2 \cdot 3 \cdot 220$ mm².

Leitungslänge in km	Konsumspitze in MW				
	150	200	250	300	350
300	6 400	—	7 200	—	7 700
600	6 000	6 300	6 500	6 800	7 000
1000	5 900	—	6 200	—	6 600

B) 380 kV-Leitung $2 \cdot 3 \cdot 400$ mm².

Leitungslänge in km	Konsumspitze in MW	
	500	800
600	6 500	6 900
1 000	6 300	6 500
1 500	6 100	6 500

Die zugehörigen Übertragungsleistungen liegen durchweg unter der wirtschaftlichsten Leitungsbelastung, mit Ausnahme der 1500 km langen 380 kV-Leitung (letzte Spalte), bei welcher die Übertragungsleistung größer als die wirtschaftlichste Belastung ist. Die Zahlen lassen erkennen, daß mit steigender Konsumspitze die wirtschaftlichste Benutzungsdauer der Leitung größer, d. h. die Lieferung des Fernwerkes prozentual kleiner wird. Ebenso ist bei kleinen Leitungslängen die wirtschaftlichste Benutzungsdauer größer, da sich hier die Umspannkosten stärker auswirken.

Berücksichtigt wurde hierbei noch nicht der Unterschied der Gestehungskosten im Fern- und Nahwerk, welcher natürlich die wirtschaftlichste Aufteilung der Belastung beeinflußt. Um ein Bild über die zahlenmäßige Auswirkung der Lastverteilung bei Höchstspannungsübertragungen zu geben, sei an Hand des Falles II die Lastverteilung auf Nah- und Fernwerk der alleinigen Versorgung durch letzteres gegenübergestellt. Dabei sei angenommen, daß die Betriebskosten im Nahwerk 2,5 Pf je kWh betragen. Wie aus Zahlentafel 2 hervorgeht, beträgt die Ersparnis bei diesem Beispiel 3,3 — 0,8 = 2,5 Mill RM jährlich.

Zahlentafel 2.

	Leistung	Benutzungsdauer	Jährl. kWh	Übertragungskosten		Betriebskosten	
	MW	h	10^6	Pf/kWh	Mill RM/J.	Pf/kWh	Mill RM/J
A) Fernwerk allein	200 000	3 700	740	1,55	11,45	1,5	11,1
B) Lastaufteilung							
Fernwerk . .	105 000	6 300	662	1,23	8,15	1,5	9,95
Nahwerk . . .	95 000	820	78	—	—	2,5	1,95
Differenz A) ... B) .	—	—	—	—	3,3	—	— 0,8

Nimmt man einen Jahresfaktor von 13 % an, so würde dieser Betrag auf Anlagekosten je kW Leistung des Nahwerkes umgerechnet

$$\frac{2\,500\,000}{0{,}13 \cdot 95\,000} \approx 200 \text{ RM/kW}$$

ergeben, d. h. ein selbständiges oder einem vorhandenen Werk angegliedertes Speicherwerk würde sich allein aus der Ersparnis durch die Lastaufteilung amortisieren, die entsprechende Leistung im Fernwerk wird überhaupt gespart. Es würde hier zu weit führen, die sich für Wasserkrafterzeugung ergebenden interessanten Folgerungen sowie auch die Gleichstromübertragung, für die man dieselben Ergebnisse erhält, zu erörtern. Wenn auch jeder einzelne Fall für sich untersucht werden muß, so kann aus diesen Berechnungen doch der wesentliche Schluß gezogen werden, daß die Wirtschaftlichkeit der Großenergieversorgung eine Aufteilung der Belastung zwischen am Gewinnungsort der Energie zu errichtenden Fernwerken und in den Verbrauchschwerpunkten liegenden Nahwerken bedingt.

Mechanische Probleme bei großen Turbogeneratoren*.

Von Dr. **Robert Pohl**, Berlin.

Übersicht. Für die Fortbildung der Turbogeneratoren größter Leistung sind eine bessere Kenntnis der zur Verfügung stehenden Werkstoffe und eine vollständigere Erfassung der betriebsmäßig eintretenden mechanischen Beanspruchungen unerläßliche Vorbedingungen. Als zur Zeit wichtigste Frage wird die des Materials für das Induktor-Schmiedestück behandelt und dann auf einige die Induktorwicklung und ihre Wärmebewegung betreffende Probleme eingegangen, Gebiete, auf denen wichtige Fortschritte der Erkenntnis und der Konstruktion zu verzeichnen sind.

I. Das Induktor-Schmiedestück.

Die Bemessung des Turboinduktors ist vorwiegend durch die Eigenschaften des für seinen Körper verwendeten Stahles bestimmt, denn dieser hat alle Fliehkräfte des aktiven Materials aufzunehmen. Die Wahl der Stahlsorte für das Schmiedestück der größten Einheiten bildet eine lebhaft umstrittene Frage. Der deutschen Praxis, welche einen hochlegierten, im Ölbad abgeschreckten und dann angelassenen Stahl mit einer Streckgrenze von etwa 50 kg/mm² benutzt — es handelt sich um einen Molybdän-Chrom-Nickel-Stahl —, steht die amerikanisch-englische Ansicht gegenüber, die einen „normalisierten" Nickelstahl von etwa 35 ··· 38 kg/mm² Streckgrenze vorzieht. Eine Verwirrung ist in diese Frage noch dadurch hineingetragen worden, daß von dieser Stahlsorte angenommen wurde, sie sei nicht vergütet, sondern im Gegensatz zu der ersteren nur „gut ausgeglüht und deshalb spannungsfrei" [1]. In Wirklichkeit ist sie luftgehärtet, und das nachträgliche Ausglühen erfolgt nicht anders als bei dem ölvergüteten Stahl, nämlich nur von der Anlaßtemperatur rd. 620 ° C abwärts. Von anderer Stelle wurde sogar empfohlen, für die höchstbeanspruchten Schmiedestücke einen gewöhnlichen Kohlenstoffstahl zu benutzen, dessen Streckgrenze bekanntlich bei etwa 30 kg/mm² liegt, und ihn durch Überbeanspruchung in der Schleudergrube zu verfestigen[2]. Eine solche Kaltreckung hat bekanntlich zwar eine Erhöhung der Streckgrenze im Gefolge, aber u. U. auch eine Senkung der Schwingungsfestigkeit und bestimmt der Zähigkeit und ist eine für die höchstbeanspruchten Körper keineswegs zu empfehlende Maßnahme, um so weniger, als man nicht mit einer Homogenität des Materials rechnen darf und schwächere Stellen in gefährlicher Weise überbeansprucht werden könnten. Für die Entscheidung dieser Materialfrage ist zunächst die Kenntnis der Ermüdungseigenschaften von Bedeutung. Wenngleich man geneigt ist, die Beanspruchungen in einem umlaufenden Körper hoher Drehzahl für nur statische zu halten, weil die wechselnden Durchbiegungsbeanspruchungen als vernachlässigbar erscheinen, so haben die in der Literatur bereits mehrfach besprochenen Induktorexplosionen der Jahre 1926 und 1927, von denen alle den damaligen Cr-Ni-Stahl benutzenden Bauarten betroffen wurden, uns doch die Erkenntnis gebracht, daß die Ermüdung dabei eine entscheidende Rolle gespielt hat. Wir wollen uns also kurz mit den neueren Anschauungen über die Ermüdungseigenschaften der Metalle beschäftigen und dabei auf die Größe der im Schmiedestück vorhandenen inneren Spannungen eingehen sowie auf die Möglichkeit der Entstehung von Anrissen und ihres Wachsens im Betriebe.

Will man heute einen Werkstoff beurteilen, so betrachtet man nicht nur seine durch den Zerreißversuch, den Kerbschlagversuch und die Härteprüfung ermittelten Kennwerte, sondern man sucht die gesamten Festigkeitseigenschaften sowohl bei statischer wie wechselnder, kurzzeitiger wie dauernder Beanspruchung in einem einheitlichen Diagramm zusammenzufassen. Die Ermüdungsgrenze für rein wechselnde Beanspruchung, die man als Schwingungsfestigkeit oder besser als Wechselfestigkeit bezeichnet, wird bekanntlich dadurch ermittelt, daß man eine größere Zahl genau gleicher Prüfstäbe unter verschieden hoher Wechselbeanspruchung untersucht und die Spannung als Funktion der Lastwechselzahl, nach welcher der Bruch eintrat, aufträgt. Man erhält so eine Kurve gemäß Abb. 1 und bezeichnet als Ermüdungsgrenze diejenige höchste Beanspruchung, die 10 Mill mal und daher beliebig lange ertragen wird. Nun ist aber die Beanspruchung in der Praxis keine rein wechselnde, sondern eine pulsierende, d. h. sie setzt sich aus einer ruhenden und einer ihr überlagerten wechselnden zusammen. Auch für solche Belastungsarten lassen sich auf den jetzt zur Verfügung stehenden Prüfmaschinen die Ermüdungsgrenzen in verhältnismäßig kurzer Zeit ermitteln. Das Diagramm für die Festigkeitseigenschaften zweier Stahlsorten, wie B. P. Haigh es aufzeichnet, zeigt Abb. 2. Abszisse und Ordinate stellen in gleichem Maßstab die Spannung dar, die erstere aber die ruhende, die letztere die wechselnde. Ein beliebiger Punkt in der Fläche gibt durch seine Ordinate die wechselnde, durch seine Abszisse die statische Belastung an. Die Höchstbeanspruchung ist

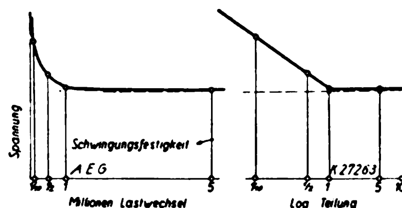


Abb. 1. Ermittlung der Schwingungsfestigkeit.

die Summe beider. Die Dauerfestigkeit des Materials ist nun durch einen Kurvenzug dargestellt. Für rein wechselnde Belastung gibt der Schnittpunkt dieser Kurve mit der Ordinatenachse die Wechselfestigkeit, für rein ruhende Belastung der Schnittpunkt mit der Abszissenachse die Dauerstandfestigkeit an. Diese ist die größte Beanspruchung, bei der der Stahl nach der anfänglichen plastischen Verformung trotz unbegrenzt langer Einwirkung noch zur Ruhe kommt. Sie ist grundsätzlich niedriger als die in dem kurzzeitigen Zerreißversuch ermittelte Zugfestigkeit, wenngleich bei Stahl mäßiger Temperatur der Unterschied nur klein ist. Für jede beliebige pulsierende Beanspruchung zeigt der Kurvenverlauf zwischen diesen Grenzen die Dauerfestigkeit des Materials. Von den beiden Diagrammen der Abb. 2 gilt das linke für einen Siemens-Martin-Stahl, das rechte für einen besonders hochlegierten und gehärteten Chrom-Nickel-Stahl. Wie Haigh betont, liegt nun die Dauerfestigkeit über einen größeren oder kleineren Bereich hin unter der statisch festgestellten Streckgrenze, mit welcher man früher bei der Berechnung allein zu arbeiten pflegte. Letztere ist in beiden Diagrammen durch die unter 45 ° verlaufende Gerade dargestellt, denn für jeden ihrer Punkte ist die Summe von Ordinate und Abszisse gleich dem Wert der Streckgrenze. Man sieht, daß der hochlegierte Stahl zwar weit höher liegende Festigkeitswerte aufweist als der SM-Stahl, daß er aber auch auf einem weit größeren Gebiete eine unter der Streckgrenze liegende Ermüdungsgrenze besitzt. Dem hier schraffierten Gebiet zwischen Streckgrenze und Dauerfestigkeit kommt nun eine besondere Bedeutung für die Fortpflanzung etwa vorhandener Fehler im Material zu:

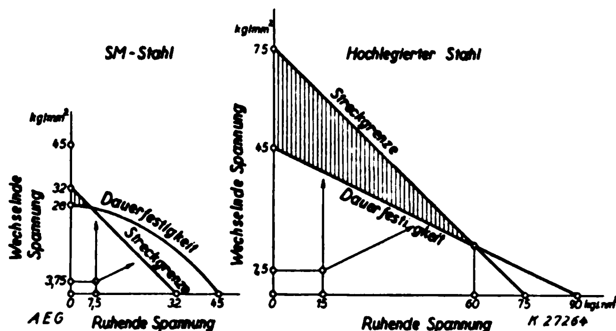


Abb. 2. Streckgrenze und Dauerfestigkeit zweier Stahlsorten nach Haigh.

Wird ein Material über seine Streckgrenze hinaus beansprucht, so tritt bekanntlich eine Reckung mit Querschnittsverminderung und eine Verfestigung an der so kalt verformten Stelle ein. Wie u. a. von Lasche hervorgehoben wurde, ist die wirkliche Spannung an der Zerreißstelle eines Stabes weit höher als die aus dem üblichen

---

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein (Fachgruppe für Elektromaschinenbau) am 8. XII. 1931. Die Besprechung folgt in einem der nächsten Hefte. — Vgl. a. ETZ 1932, S. 984.

[1] Rickli, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 21, S. 357 (1930).

[2] Engng. Bd. 132, S. 109.

Diagramm ersichtliche, bei der man ja die gesamte Last nicht durch den wirklichen, sondern durch den ursprünglichen Querschnitt dividiert, um die Zugspannung zu erhalten. Abb. 3 zeigt, um wieviel höher die wirkliche Spannung an der Bruchstelle einer weichen Stahlsorte gegenüber der nominellen ist, in welchem Maße also das Material durch die Kaltreckung verfestigt wird. Anders liegt der Vorgang beim Dauerbruch. Dieser erfolgt bekanntlich ohne vorherige Einschnürung und stellt die allmähliche Fortpflanzung eines vielleicht nur mikroskopisch kleinen Fehlers im Gefüge bis zum Riß über einen erheblichen Teil des Querschnittes und schließlich bis zum plötzlichen Bruch des noch verbliebenen Querschnittes dar. Diese fortschreitende Zerstörung bei der Entwicklung des Dauerbruches schließt die Möglichkeit aus, daß der endgültige Bruch durch den Prozeß der Kaltverfestigung infolge Reckung vermieden wird. Mit anderen Worten: Wird bei pulsierender Belastung die Dauerfestigkeit überschritten, so muß unbedingt nach einer entsprechend großen Anzahl von Lastwechseln der Bruch erfolgen, während bei nicht allzu starker Überschreitung der Streckgrenze ohne Überschreitung der Dauerfestigkeit der endgültige Bruch durch die eintretende Verfestigung noch vermieden wird. Nach Haigh kann also ein Material, bei dem die Dauerfestigkeit im Gebiete der vorkommenden Beanspruchung unter der Streckgrenze liegt, trotz höherer Festigkeit K_z unter Umständen eher zu Bruch kommen als ein weicheres Material, dessen Streckgrenze unter der Dauerfestigkeit liegt. Stellt man sich nämlich vor, daß in beiden Körpern ein Herstellungsfehler, sei es eine kleine Lunkerstelle, ein Haarriß oder dergleichen, sich befinde, so steigt bekanntlich die Beanspruchung am Rande einer solchen Kerbe auf das Mehrfache des rechnerisch gefundenen Mittelwertes. Wird nun bei einer Spannungsteigerung, wie sie in den Diagrammen der Abb. 2 durch die Pfeile angedeutet ist, die Dauerfestigkeit vor der Streckgrenze erreicht, so muß der Fehler unweigerlich zum Wachsen kommen und bei fortdauernder Überbeanspruchung schließlich zum Bruch des ganzen Körpers führen. Wird aber die Streckgrenze vor der Dauerfestigkeit erreicht, so gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder zerreißt der Körper sofort, wenn die Beanspruchung bis über die Zugfestigkeit steigt, insbesondere bei der werkstattmäßigen Erprobung in der Schleudergrube, oder aber an der höchstbeanspruchten Stelle geht durch die eintretende Reckung eine solche Verfestigung vor sich, daß ein Weiterwachsen des Fehlers unterbleibt. Eine fortschreitende Verschlechterung und schließlich einen Dauerbruch im Betriebe kann es jedenfalls nicht geben. Diese wichtige Überlegung, deren Richtigkeit wohl kaum zu bezweifeln ist, stellt eine Warnung vor der Verwendung gewisser sehr harter Stähle dar, die die Gefahr einer Fortpflanzung innerer Risse in sich tragen, womit aber keineswegs anerkannt werden soll, daß deswegen ölvergütete Stahlsorten grundsätzlich abzulehnen sind, wie es in der Literatur behauptet wurde. Denn sie brauchen nicht hart im Sinne dieser Überlegung zu sein.

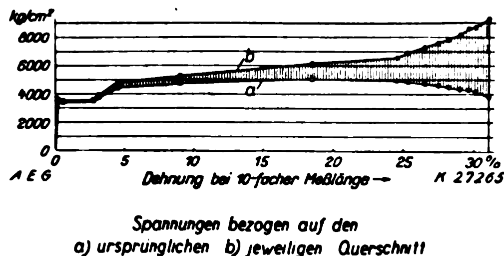


Abb. 3. Zerreißversuch an einem Probestab.

Die Darstellung des Dauerfestigkeitsdiagramms, welche sich in Deutschland einzubürgern begonnen hat, sieht etwas anders aus als die von Haigh. Hier wird als Abszisse die mittlere Spannung, als Ordinate die Höchst- und Mindestspannung des Belastungsvorganges, die jetzt als obere und untere Grenzspannung bezeichnet werden, aufgetragen. Jede rein statische, also der mittleren gleiche Beanspruchung, liegt auf einer Geraden unter 45°. Es ergibt sich so ein Bild nach Abb. 4. Für die mittlere Spannung 0 haben wir es wieder mit einer reinen Wechselbeanspruchung zu tun; die obere und untere Grenzspannung haben den gleichen absoluten Betrag. Für die rein statisch gerade noch zu Bruch führende Dauerbeanspruchung, d. h. die Dauerstandfestigkeit, laufen die Kurven der oberen und unteren Grenzspannung zusammen im Punkt D_z, der, wie gesagt, niedriger liegt als die im kurzzeitigen Zerreißversuch ermittelte Zugfestigkeit K_z. Beide liegen auf der Geraden unter 45°. Für pulsierende Beanspruchung hat man sich nun die wechselnde Beanspruchung als einer statischen überlagert vorzustellen. Sie schwingt um einen Punkt der Geraden unter 45°. Die jeweils nach mehrmillionenfachem Lastwechsel gerade noch zum Bruch führenden Höchst- und Mindestwerte der Beanspruchung bilden die Punkte der oberen und unteren Grenzspannungskurven. Die obere kennzeichnet die Dauerfestigkeit für alle Belastungsarten. In dieses Diagramm kann man die statisch ermittelte Streckgrenze hineinzeichnen und wieder die Dauerbruch-Gefahrzone schraffieren, wie es in Abb. 4 geschehen ist. Man erkennt so auch hier, für welche Arten der Belastung die Ermüdungsgrenze oder besser die Dauerfestigkeit, wie die obere Grenzspannung bezeichnet werden sollte, unterhalb der Streckgrenze liegt.

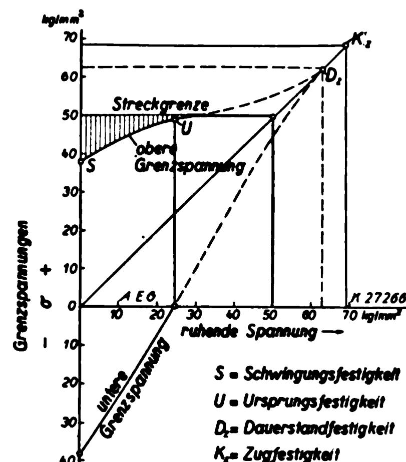


Abb. 4. Grenzspannungen eines Molybdän-Chrom-Nickel-Stahles.

Mir scheint nun, daß beide Arten der Diagramme für den mit dieser Materie Vertrauten zwar brauchbar sind, daß aber für die Praxis eine noch einfachere Darstellung erwünscht ist. Wenn man als Ordinate die Spannungsamplitude, d. h. die höchste Spannung in kg/mm², als Abszisse aber den verhältnismäßigen Anteil der ruhenden an der höchsten Beanspruchung aufzeichnet, wie es in Abb. 5 geschehen ist, so vereinfacht sich das Diagramm

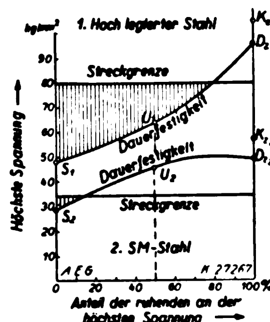


Abb. 5. Streckgrenze und Dauerfestigkeit zweier Stahlsorten.



Abb. 6. Schliffbild einer Radialprobe.

erheblich. Die untere Grenzspannung, die wenig interessiert, und die Gerade unter 45° fallen fort, die Länge der Abszisse ist immer die gleiche, und man hat stets bei 0 % die Wechselfestigkeit, bei 50 % die Ursprungsfestigkeit, bei 100 % die Dauerstandfestigkeit. Man kann auch in dem gleichen Diagramm über dieser Abszisse verschiedene Werkstoffe miteinander vergleichen. So stellt Abb. 5 die Umzeichnung der linken und rechten Haigh-Diagramme nach Abb. 2 dar. Sie gewährt einen unmittelbaren Vergleich des von Haigh geprüften hochlegierten Stahles mit dem SM-Stahl. Man erkennt, wie in beiden Fällen die Dauerfestigkeit mit steigendem Anteil der statischen an der Gesamtbelastung ansteigt, bis sie für 100 % statischer Belastung die Dauerstandfestigkeit D_z ergibt. Daneben ist die Zugfestigkeit K_z aus dem kurzzeitigen Zerreißversuch angegeben. Die Streckgrenze ist ebenfalls eingezeichnet und erscheint jetzt nicht als eine Gerade unter 45° wie bei Haigh, sondern als eine Gerade gleichbleibender Höhe.

Die Bedingungen für die Wahl des Stahles, welche wir aus dem Gesagten ableiten müssen, sind also, daß durch die Vergütung mit der Streckgrenze auch die Schwingungs- und Ursprungsfestigkeit gehoben, die Dauerbruch-Gefahrzone also von mäßiger Ausdehnung gehalten ist, daß ferner der Vergütungsvorgang keine Haarrisse (Flocken) zur Folge hat. Allgemein wird sich die Materialprüfung mit besonderer Sorgfalt auf das Vorhandensein von Haarrissen und ähnlichen Fehlstellen erstrecken müssen, die als Ausgangstellen für einen Dauerbruch wirken könnten. Daneben bleiben natürlich die üblichen Versuche zur Nachprüfung der mechanischen Garantien bestehen, ferner die metallographische Untersuchung des Gefüges durch den ganzen Querschnitt hindurch mittels radial entnommener Proben, die Aufschluß über die Eindringtiefe der Vergütung gibt. Von dieser kann man jetzt verlangen, daß sie die Struktur des ganzen Körpers einigermaßen gleichmäßig in ein feinkörniges, kein Ferritnetz zeigendes Gefüge, Abb. 6, umgewandelt hat.

Kehren wir nun zu den Fragen zurück, ob die Ermüdung überhaupt bei großen Induktorkörpern eine Rolle spielen kann und inwieweit wechselnde Belastungen möglich sind, die sich den durch die Zentrifugalkräfte verursachten statischen Beanspruchungen überlagern. Wir müssen zu erfassen suchen, in welchem Grade die sehr geringe axiale Beanspruchung, welche von der Durchbiegung des Körpers unter seinem Eigengewicht herrührt, durch Erschütterungen stoßweise vergrößert werden kann. Solche Erschütterungen lassen sich rechnerisch schwer verfolgen. Um immerhin eine rohe Vorstellung zu bekommen, wurde nun angenommen, daß der Induktor nach Hinaufrollen in den Lagern um den Betrag des Lagerspiels plötzlich wieder herunterfällt, wobei die sicherlich sehr starke Dämpfung durch die Ölschicht, aber auch ein mögliches Zurückprallen von den oberen Lagerdeckeln vernachlässigt werden sollen. Bei dieser Annahme ergab sich in dem Spezialfall eines Induktors von 900 mm Dmr. und etwa 3 m aktiver Länge eine zusätzliche Durchbiegung auf etwa das Dreifache der durch das Eigengewicht bedingten Durchbiegung. Hieraus errechnet sich eine höchste axiale Zugspannung am Zahnfuß von rd. 3,5 kg/mm², während sie an der Bohrung Null ist. Sie gesellt sich den radialen bzw. tangentialen Fliehkraftspannungen rechtwinklig hinzu. Die resultierende maximale Spannung wird so zunächst nur um wenige Prozent größer als die durch die konstanten Fliehkraftbelastungen hervorgerufene. Denn die letztere ist von der Größenordnung 15 kg/mm². Demnach erscheint die Gefahr eines Dauerbruchs von vornherein gering. Bei Vorhandensein eines Risses im Gefüge entsteht nun aber eine örtliche Spannungsteigerung auf das Dreifache. Wenn man es also mit einem Material von ganz besonders schlechten Eigenschaften und hohen Restspannungen, insbesondere in axialer Richtung zu tun hat, so wäre ein Ermüdungsbruch von einem solchen Haarriß ausgehend wohl denkbar. Fest steht, daß von den in den Jahren 1926 und 1927 eingetretenen Schäden an Induktoren verschiedenen Fabrikats zumindest zwei Fälle Ermüdungsbrüche darstellten. Sie erfolgten nämlich nach etwa halbjähriger Betriebszeit bei bedeutend niedrigeren Drehzahlen, als sie von den Induktoren bei der Schleuderprobe ertragen worden waren. Es handelte sich damals um einen spröden Chromnickelstahl, dem sicherlich hohe Restspannungen anhafteten, weil er auf nur 450 ··· 500 ° C angelassen war. Auch wurde eine Neigung zur Flockenbildung, also zu Haarrissen erkannt. Ferner dürfte seine Wechselfestigkeit, verglichen mit der Zugfestigkeit, niedrig gelegen haben.

Betrachten wir demgegenüber das Diagramm des Molybdän-Chrom-Nickel-Stahles von rd. 50 kg/mm² Streckgrenze, wie er seitdem in Deutschland verwendet wird (Abb. 7), so erkennen wir, daß außer seinen statisch ermittelten Festigkeitswerten vor allen Dingen auch seine Wechselfestigkeit und Ursprungsfestigkeit sehr befriedigen, mit anderen Worten, das gefürchtete Gebiet, in welchem die Dauerfestigkeit kleiner ist als die Streckgrenze, ist von mäßiger Ausdehnung. Wir haben es also keineswegs mit einem Material der Art zu tun, wie es von Haigh als besonders gefährlich bezeichnet wurde. Das ergibt sich auch aus einer vergleichenden Betrachtung des Diagrammes für den normierten Nickelstahl von rd. 37 kg/mm² Streckgrenze (s. Abb. 7), der im Ausland bevorzugt wird. Die Eigenschaften dieses Materials liegen insgesamt entsprechend niedriger, ohne daß deswegen die Kurve der Dauerfestigkeit eine günstigere Lage relativ zur Streckgrenze hätte als bei dem hochwertigen Material. Was ferner die Frage der Rißbildung anlangt, so ist der ölvergütete Molybdän-Chromnickelstahl frei von Flokkenbildung. Die nunmehr über vier Jahre fortgesetzte und besonders sorgfältige Verfolgung aller angelieferten Stücke auf diesen Punkt hin hat nicht in einem einzigen Fall einen Anriß erkennen lassen. Man darf daher jetzt über diese Gefahrenquelle beruhigt sein.

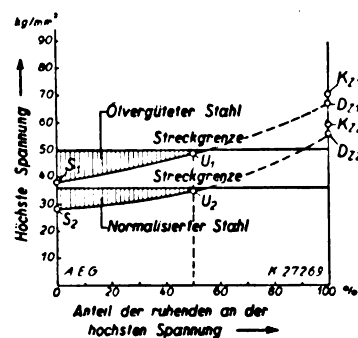


Abb. 7. Streckgrenze und Dauerfestigkeit einer ölvergüteten und einer normierten Stahlsorte.

Vielleicht die wichtigste Voraussetzung für die Sicherheit des Schmiedestückes ist schließlich aber noch, daß auch die inneren Spannungen klein sind. Mit ihnen müssen wir uns ausführlicher beschäftigen.

(*Schluß folgt.*)

Mehrfach-Kathodenstrahl-Oszillograph*.

(Mitteilung aus dem Hochspannungslaboratorium der T. H. Berlin.)

Von **Max Knoll**, Berlin.

Übersicht. Es wird ein einfaches Prinzip angegeben, das die gleichzeitige Aufnahme mehrerer voneinander unabhängiger Oszillogramme unmittelbar neben- oder übereinander mit einem Kathodenstrahl-Oszillographen ermöglicht, dessen Abmessungen und Bedienung sich von der des gewöhnlichen Kathodenstrahl-Oszillographen nicht unterscheiden. Die Brauchbarkeit des Prinzips für einen Vierfach-Kathodenstrahl-Oszillographen in Verbindung mit einer Metallentladungsröhre wird experimentell nachgewiesen.

Die elektrodynamischen Oszillographen werden in der Regel mit mehreren voneinander unabhängigen Meßsystemen gebaut. Trotzdem sind Mehrfach-Kathodenstrahl-Oszillographen in der Elektrotechnik bisher nicht angewendet worden, obwohl für sie zweifellos ein ebenso großes Bedürfnis vorliegt wie beim Schleifenoszillographen; man denke z. B. an die gleichzeitige Aufnahme von *u*/*t*- und *i*/*t*-Charakteristiken bei Schaltvorgängen und Überschlägen oder an die gleichzeitige Aufnahme der Störvorgänge in Überlandnetzen in allen drei Phasen und im Nulleiter. Die Wichtigkeit dieses Problems ist frühzeitig erkannt worden; so hat schon vor 18 Jahren Kock[1] einen Zweifach-Oszillographen zur Aufzeichnung mittelschneller Vorgänge durch eine im Vakuum rotierende Filmtrommel angegeben, der ebensoviele Entladungsröhren und Konzentrierspulen wie Strahlbündel besitzt. Später hat Dufour[2] einen ähnlichen Vorschlag gemacht. Diese Methode ist jedoch, wie Dufour selbst erkannt hat, wegen der Schwierigkeit des Gleichhaltens der Entladeröhrenspannungen zur Aufnahme mittelschneller Vorgänge auf bewegter photographischer Schicht nur sehr bedingt brauchbar (Ordinatenfehler) und zur Aufzeichnung schneller Vorgänge auf ruhender photographischer Schicht infolge der auftretenden scheinbaren Phasenverschiebung (Zeitachsenfehler) schlecht geeignet. In die Praxis hat sie sich wohl auch deshalb nicht einführen können, weil die gleichzeitige Regelung von mehreren Entladungsröhren bzw. Sammelspulen gewisse vakuum-

* Eingeg. 7. III. 1932

[1] Kock, Physik. Z. Bd. 15, S. 840 (1914); DRP. 353 441 v. 26. VII. 1914.

[2] A. Dufour, Oscillographe Cathodique, S. 16; Verlag Chiron, Paris 1923.

technische Schwierigkeiten bietet und die Bedienung umständlich macht. In neuerer Zeit hat man daher mehrere Kathodenstrahl-Oszillographen nebeneinander für derartige Untersuchungen benutzt[3], obwohl selbst in diesem Fall wegen der schwer konstant zu haltenden Verhältnisse beider Erregerspannungen die genaue Auswertung der Oszillogramme erschwert wird und diese nicht nebeneinander auf dem gleichen Bildstreifen aufgezeichnet werden können.

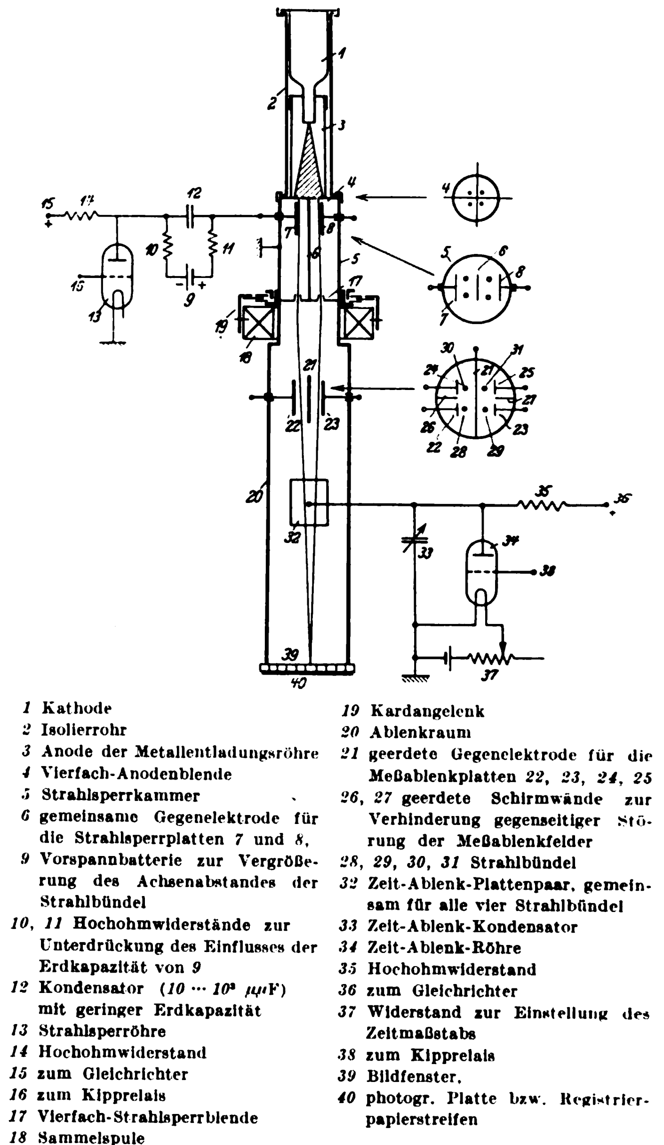
Eine sehr einfache Lösung des Problems des Mehrfach-Kathodenstrahl-Oszillographen ergab sich im Anschluß an grundlegende Untersuchungen über das Verhalten der Elektronenstrahlen, die in den letzten zwei Jahren im Hochspannungslaboratorium der T. H. Berlin durchgeführt worden sind[4]. Diese Untersuchungen erbrachten den Beweis, daß für Elektronenstrahlbündel innerhalb weiter Grenzen der Erzeugerspannung (Größenordnung 1 ··· 100 kV), des Druckes ($p = 10^{-1} \cdots 10^{-4}$ mm) und der Stromdichte eine geometrisch-optische Struktur anzunehmen ist. Es konnte gezeigt werden, daß die Abweichung der Einzelstrahlen von der geradlinigen Bahn so gering ist und ihre Brechung durch ein kurzes magnetisches oder elektrisches Feld der Wirkung der Lichtbrechung durch eine Glaslinse so sehr nahekommt, daß es gelingt, scharfe Bilder elektronenemittierender oder von Elektronen bestrahlter Gegenstände in starker Vergrößerung zu erhalten (Elektronenmikroskop[5]).

Unter diesen Voraussetzungen läßt sich ein einfaches Prinzip der Erzeugung mehrerer unabhängig voneinander steuerbarer Strahlbündel angeben: Man bestrahlt eine Anodenblende, die ebenso viele Löcher besitzt als Strahlbündel erzeugt werden sollen, mit Elektronen und bildet durch eine einzige Sammelspule gleichzeitig die Anodenblende oder die Elektronenquelle in der Schreibebene des Oszillographen ab. In diesem Fall ist die Bedingung gleicher Elektronengeschwindigkeit für alle Strahlbündel zwangläufig erfüllt, da sämtliche Elektronen von der gleichen Kathode stammen; es sind also weder Ordinatenfehler noch Abszissenfehler möglich, die Meß- und Zeitablenkempfindlichkeit wird für alle Strahlbündel zwangläufig gleichgehalten. Außerdem brauchen sich weder die Abmessungen, noch die Bedienung des Oszillographen von der des gewöhnlichen Oszillographen zu unterscheiden, da nur eine Entladungsröhre und nur eine Sammelspule benötigt wird. Jedes Strahlbündel erhält ein eigenes, gegenüber den anderen Bündeln abgeschirmtes Meßablenkfeld; das Zeitablenkfeld kann dagegen für alle Strahlbündel gemeinsam sein. Der Abstand der einzelnen Strahlbündel in Höhe der Meßplatten hängt von dem mit Rücksicht auf die erforderliche Intensität noch zulässigen Lochabstand der Anodenblende, also vom Strahlverteilungskörper der Elektronenquelle ab; man kann den Lochabstand sehr klein wählen und trotzdem den zur Herstellung je eines homogenen Meßablenkfeldes erforderlichen Abstand der Strahlbündel untereinander bequem erreichen, wenn die ohnehin nötigen Strahlsperrplatten eine passend gewählte Vorspannung erhalten, so daß eine größere Divergenz der Einzelbündel gegenüber der Oszillographenachse eintritt.

Mit Rücksicht auf die einfachere Ausführung der Steuerorgane ist es zweckmäßig, die einzelnen Strahlbündel symmetrisch zur Oszillographenachse anzuordnen. Auf dem Leuchtschirm erscheinen je nach der Einstellung des Sammelspulenstromes (d. h. der Brennweite der magnetischen Linse) entweder mehrere Elektronenbrennflecke (entsprechend der Zahl der Strahlbündel) gleichzeitig scharf und in einem Abstand, der ohne Vorspannung der geometrischen Vergrößerung der Anodenblende durch die Sammelspule entspricht, oder nur ein einziger Elektronenbrennfleck, in dem sich die Kathodenbilder der einzelnen Strahlbündel überdecken. In beiden Fällen kann man eine der Zahl der Strahlbündel entsprechende Zahl von Oszillogrammen gleichzeitig unabhängig voneinander niederschreiben, und es hängt von der Größe des Kathodenbildes im Vergleich zum Blendenlochbild ab, welche Art der Abbildung man wählen wird. Die Anodenabbildung bietet den Vorteil, daß jedes Oszillogramm seine eigene Nullinie besitzt, wodurch eine bessere Unterscheidung der einzelnen Oszillogramme ermöglicht wird.

Die Intensität der Elektronenstrahlung über der Anodenblende einer Hochspannungs-Ionenröhre nimmt mit wachsendem Abstand von der Röhrenachse erheblich ab. Soll daher die Elektronendichte im Brennfleck der einzelnen Strahlbündel ebenso groß sein wie die Elektronendichte im Brennfleck eines koaxial zur Röhrenachse liegenden Strahlbündels, so muß die Gesamtstromstärke der Entladungsröhre entsprechend erhöht werden. Wegen ihrer hohen Strombelastbarkeit ist also die Metallentladungsröhre besonders geeignet für den Mehrfach-Kathodenstrahl-Oszillographen.

Abb. 1 zeigt schematisch die Ausführung eines Vierfach-Kathodenstrahl-Oszillographen mit Metallentladungsröhre, elektrischem Verschluß und Bildfenster für Außenphotographie[6] zur gleichzeitigen Aufnahme in drei Phasen und im Nulleiter. Außer dem Strahlengang sind die Querschnitte der vier Strahlbündel in Höhe der Anodenblende, der Strahlsperrplatten und der Meßplatten sowie das Prinzip einer einfachen Zeitablenk- und Strahlsperrschaltung eingezeichnet. Die Strahlsperr- und Zeitablenkschaltung kann natürlich nicht nur zur gleichzeitigen Aufnahme von Vorgängen in vier verschiedenen Stromkreisen, sondern auch zur Aufnahme verschiedener Zeitabschnitte eines Vorgangs in nur einem Stromkreis dienen; in diesem Fall ist es zweckmäßig, statt eines gemeinsamen mehrere getrennte Zeitablenkfelder anzubringen.



1 Kathode
2 Isolierrohr
3 Anode der Metallentladungsröhre
4 Vierfach-Anodenblende
5 Strahlsperrkammer
6 gemeinsame Gegenelektrode für die Strahlsperrplatten *7* und *8*,
9 Vorspannbatterie zur Vergrößerung des Achsenabstandes der Strahlbündel
10, *11* Hochohmwiderstände zur Unterdrückung des Einflusses der Erdkapazität von *9*
12 Kondensator (*10* ··· *10*³ μμF) mit geringer Erdkapazität
13 Strahlsperröhre
14 Hochohmwiderstand
15 zum Gleichrichter
16 zum Kipprelais
17 Vierfach-Strahlsperrblende
18 Sammelspule
19 Kardangelenk
20 Ablenkraum
21 geerdete Gegenelektrode für die Meßablenkplatten *22*, *23*, *24*, *25*
26, *27* geerdete Schirmwände zur Verhinderung gegenseitiger Störung der Meßablenkfelder
28, *29*, *30*, *31* Strahlbündel
32 Zeit-Ablenk-Plattenpaar, gemeinsam für alle vier Strahlbündel
33 Zeit-Ablenk-Kondensator
34 Zeit-Ablenk-Röhre
35 Hochohmwiderstand
36 zum Gleichrichter
37 Widerstand zur Einstellung des Zeitmaßstabs
38 zum Kipprelais
39 Bildfenster.
40 photogr. Platte bzw. Registrierpapierstreifen

Abb. 1. Vierfach-Kathodenstrahl-Oszillograph, schematisch.

Da bei dem beschriebenen Prinzip ausschließlich die Randzonen des Sammelspulenfeldes benutzt werden, ist der Grad seiner Brauchbarkeit in erster Linie von der sphärischen Aberration der magnetischen Linse abhängig. Bei früheren Versuchen war diese für relativ achsennahe

[3] C. M. Foust, Gen. electr. Rev. Bd. 43, S. 235 (1931). K. Berger, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 22, S. 421 (1931). W. W. Lewis, Hochspannungskonferenz Paris, Juni 1931; H. Norinder, ebenda.

[4] M. Knoll u. E. Ruska, Ann. Physik Bd. 32, S. 607 u. 641 (1932).

[5] M. Knoll, Vortrag im Kolloquium des Inst. f. Techn. Phys. der T. H. Berlin, 4. VI. 1931; M. Knoll u. E. Ruska, wie Fußnote 4, ferner Z. Physik Bd. 78, S. 318 (1932); M. Knoll, F. G. Houtermans u. W. Schulze, Z. Physik Bd. 78, S. 340 (1932). Vgl. a. E. Brüche, Naturwiss. Bd. 20, S. 49 (1932).

[6] M. Knoll, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 491 (1930); M. Knoll u. B. v. Borries, ebenda S. 493. ETZ 1930. S. 966.

Strahlen unbeobachtbar klein gefunden worden[7]. Es erschien nun wichtig, die Linsenfehler der Sammelspule auch für relativ achsenferne Strahlen und damit die etwa auftretenden Verzerrungen des Elektronenbrennflecks wenigstens qualitativ experimentell nachzuprüfen. Es wurden in einem Kathodenstrahl-Oszillographen vier Strahlbündel durch eine Metallentladungsröhre mit Vierfach-Anodenblende erzeugt und entsprechend Abb. 1 eine Strahlsperrvorrichtung mit drei Ablenkplatten angebracht, von denen die mittlere mit der Anodenblende verbunden und für alle vier Strahlbündel gemeinsam war. Die Löcher in der Anodenblende waren in einem Abstand von 2 mm voneinander in den Ecken eines Quadrates angeordnet und besaßen sämtlich einen Durchmesser von 0,5 mm. Die verwendete kardanisch aufgehängte Sammelspule hatte einen Wicklungsquerschnitt von 30 · 28 mm, einen Innendurchmesser von 75 mm und einen 5 mm starken Eisenmantel mit Schlitz[8] von 10 mm Breite; die Erregerspannung betrug etwa 50 kV. Es zeigte sich, daß sowohl beim Kathodenbild wie beim Anodenbild Elektronenbrennflecke von einer Schärfe und Form zu erhalten waren, die sich bei subjektiver Beobachtung nicht von denjenigen des kreisrunden Brennflecks eines in der Oszillographenachse liegenden Strahlbündels unterschieden. Durch entsprechende Vorspannung der Strahlsperrplatten konnte der Achsenabstand der Strahlbündel in Höhe der Sammelspule bis auf 40 mm erhöht werden, ohne daß hierin eine Änderung eintrat.

[7] Wie Fußnote 4.

[8] Vgl. E. Ruska u. M. Knoll, Z. techn. Physik Bd. 12, S. 389 (1931).

Die sphärische Aberration ruft also auch in den Randzonen einer magnetischen Linse von größerem Durchmesser keine Abbildungsfehler hervor, die die Wirksamkeit des Elektronenbrennflecks wesentlich beeinträchtigen; damit ist der Beweis für die praktische Ausführbarkeit eines Mehrfachoszillographen zur Aufnahme schneller Vorgänge erbracht.

Das beschriebene Prinzip ist natürlich nicht nur in Verbindung mit einer kalten Kathode, sondern auch für einen Kathodenstrahl-Oszillographen mit Glühkathode benutzbar. Ebenso kann an die Stelle der Sammelspule eine elektrische Sammelvorrichtung oder eine Strahlkonzentration durch Raumladung treten. Es mag noch erwähnt werden, daß sich auch für die Kathodenstrahl-Fernsehröhre eine Reihe von Anwendungen ergeben, die hauptsächlich auf der gleichzeitigen Übertragung mehrerer Fernsehbilder in derselben Röhre beruhen (Zusammensetzung großer Bilder aus mehreren kleineren; plastisches Fernsehen; Fernsehen in natürlichen Farben). Ein Kathodenstrahl-Oszillograph, bei dem erstmalig ein solches Mehrfachsystem zur Anwendung kommt, ist im Bau[9].

Für die Ermöglichung der technischen Ausführung möchte ich besonders Herrn Prof. Matthias und der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen danken, für die Durchführung der Versuche Herrn Dipl.-Ing. Freundlich.

[9] Anmerkung bei der Korrektur: Dieser Oszillograph ist inzwischen von der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen in Betrieb genommen worden; die aufgenommenen Oszillogramme bestätigen in vollem Umfang die Brauchbarkeit des Mehrfachprinzips. Über die praktische Ausführung wird demnächst berichtet werden.

Fachberichte über den Internationalen Elektrizitätskongreß zu Paris.

(Fortsetzung von S. 986.)

4. Die Fernmeldetechnik.

(8. und 9. Sektion.)

Auf dem Kongreß beschäftigten sich 2 Ausschüsse von insgesamt 13 mit der Fernmeldetechnik, u. zw. der 8. unter dem Vorsitz von Milon mit der Technik des Fernmeldewesens auf Drahtleitungen, der 9. unter Vorsitz von Gutton mit der drahtlosen Telegraphie und Telephonie sowie mit dem Rundfunk. In den beiden Ausschüssen lagen Berichte und Mitteilungen vor, deren Inhalt hier kurz wiedergegeben werden soll, soweit es der beschränkte Platz zuläßt.

I. Leitungs-Fernmeldetechnik (8. Sektion).

Im **Ber. 1** „Besondere Fernsprechmessungen und Fernsprechversuche" von B. S. Cohen werden die wissenschaftlich-technischen Grundlagen der Fernsprech-Eichkreise, insbesondere des Ureichkreises für die Fernsprechübertragung, der Haupteichkreise und der Arbeitseichkreise behandelt; Cohen beschreibt u. a. die Bauart eines künstlichen Ohres, das zu Messungen an Fernhörern dient, die Lautstärkenmesser, die Technik der Verständlichkeitsmessungen, die Prüfung von Teilnehmerapparaten, Pegelmessungen, Messungen zur Bestimmung der Laufzeit und Phasenverzerrung, Nebensprechmessungen u. dgl.

Im **Ber. 2** berichten A. B. Clark und H. S. Osborne über „Fernsprechkabelleitungen im Weitverkehr". Hiernach werden in den V. S. Amerika fast nur noch 0,9 mm starke Adern sowohl für Zweidraht- als auch für Vierdrahtleitungen in Fernkabeln verwendet, 1,3 mm starke Adern dagegen nur noch für kurze Leitungen ohne Verstärker und für Rundfunkleitungen; die mittelstarke Pupinisierung mit Spulen von 172 und 63 mH ist ganz aufgegeben und für den Zweidrahtbetrieb durch eine schwache Pupinisierung mit Spulen von 88 und 50 mH ersetzt worden; die Vierdrahtleitungen werden durchweg schwach pupinisiert mit Spulen von 44 und 25 mH. Zweidrahtleitungen werden im Endverkehr auf Entfernungen bis 400 km, im Durchgangsverkehr auf Entfernungen bis 220 km verwendet. Die größte Reichweite der Vierdrahtleitungen mit Echosperren beträgt etwa 6000 ··· 7000 km. Die Verfasser behandeln eingehend die Übertragungseigenschaften der Fernkabelleitungen und bringen eine Gegenüberstellung der Anforderungen an Leitungen der American Telephone and Telegraph Co. und des CCI. Sie erörtern ferner den in Amerika in der Durchführung begriffenen Plan der methodischen Zusammenschaltung von Leitungen über Durchgangsämter. Besondere Beachtung verdient die Mitteilung über den Mehrfachbetrieb auf Fernkabelleitungen in Vierdrahtschaltung mit Hilfe von Trägerströmen, der Fernsprechwege mit großer Fortpflanzungsgeschwindigkeit für den Weitestverkehr schafft.

Im **Ber. 3** behandelt C. Höpfner die Benutzung von Fernsprechleitungen für Sonderübertragungen, wie Rundfunkübertragungen, Bildübertragungen und Sammelgespräche (Konferenzverbindungen). Der Verfasser erörtert die Anforderungen, die die verschiedenen Betriebsweisen an die Leitungen stellen, und zeigt, wie die Anforderungen des Rundfunkbetriebs in Deutschland, Amerika und England erfüllt werden.

Im **Ber. 4** bespricht K. Küpfmüller die Anwendung des Hochfrequenzbetriebes auf Fernsprechleitungen. Der Verfasser bringt eine ausführliche theoretische Darlegung der Vorgänge beim Hochfrequenzbetrieb und beschreibt Ausführungsformen. In einem besonderen Abschnitt behandelt er den Trägerstrombetrieb in Kabeln, wobei er auf das Zweiband-Fernsprechen in Seekabeln und auf den Mehrfachbetrieb mittels hochfrequenter Trägerströme in Fernkabeln eingeht, den er wie die Amerikaner für sehr aussichtsreich hält.

Im **Ber. 5** behandelt B. O. Anson den Selbstanschlußbetrieb in großen Städten, insbesondere in London und Paris. — Im **Ber. 5 bis** erörtert Muri die Anwendung des Selbstanschlußbetriebs auf den Fernverkehr. Der Verfasser erblickt in der Selbstfernwahl der Teilnehmer eine aussichtsreiche Entwicklung.

Im **Ber. 6** behandeln Bancroft Gherardi und F. B. Jewett das Welt-Fernsprechnetz, seine Aufgaben und seine Zukunft. Unter den technischen Problemen besprechen sie die Eignung der langen und kurzen Wellen im Funk-Fernsprechverkehr, die gegenseitige Ergänzung von langen und kurzen Wellen bezüglich ihrer Betriebssicherheit sowie die Bedeutung und Aussichten von langen transozeanischen Kabeln zur Verbindung der Kontinente untereinander.

Im **Ber. 7** bringt Collet Betrachtungen über neuzeitliche Methoden zur Nutzbarmachung der Kabel für die Telegraphie, wobei er auf die Tonfrequenz-, Unterlagerungs- und Achtertelegraphie, auf die Apparatfrage sowie auf das Nebeneinanderbestehen von Telegraphen- und Fernsprechleitungen im gleichen Kabel eingeht. In einer

Mitteilung hierzu berichten Kajii und S. Matsumae über die Erfindung eines Verstärkerfilters und eines darauf aufgebauten Verstärkerfilter-Detektors. Das Wesen des letzteren Apparats besteht darin, daß in den Anodenkreis einer Dreielektrodenröhre ein Stromresonanz- und ein Spannungsresonanzkreis für eine bestimmte Frequenz geschaltet sind und daß das Gitter mit den Induktanzen der beiden Kreise derart gekoppelt wird, daß die von der Rückwirkung des Stromresonanzkreises herrührende Spannung der Spannung entgegenwirkt, die der Eingangsübertrager an das Gitter heranträgt, während die von der Rückwirkung des Spannungsresonanzkreises herrührende Spannung die Eingangsspannung zu verstärken sucht. Diese Anordnung soll sehr selektiv sein und ermöglicht eine sehr große Verstärkung. Die Verstärkerschaltung wirkt als Detektor, wenn das Gitter entsprechend vorgespannt wird, und soll wegen der geringeren Einschwingvorgänge eine höhere Telegraphiergeschwindigkeit zulassen trotz der schmäleren Frequenzbänder, die man den verschiedenen Telegraphierwegen zuordnet.

Im **Ber. 8** berichtet G. L. Ollier aus dem Gebiet des Schutzes der Fernmeldeleitungen gegen Starkstromleitungen über die von der CMI und vom CCI angestellten Gegeninduktivitätsmessungen in Skillingaryd, Shap, Münsingen, Oldenburg, Döberitz und Eltham und erörtert ihre Ergebnisse mit den theoretischen Ableitungen von Pollaczek, Carson und Collard. Ferner behandelt er die Maßnahmen zum Schutz der Beamten und Amtseinrichtungen gegen Starkstrom-Einwirkungen, wobei er Ergebnisse von Versuchen der französischen Telegraphenverwaltungen mit Kupferoxydul-Gleichrichtern mitteilt. Zum Schluß beschäftigt sich der Verfasser mit den Arbeiten zur Schaffung eines objektiv anzeigenden Geräuschspannungsmessers.

Im **Ber. 9** beschreibt T. Johnson die amerikanischen Einrichtungen zur Trägertelephonie auf Hochspannungsleitungen.

II. Funkwesen (9. Sektion).

Im **Ber. 1** „Stabilisierung von Hochfrequenzsendern" gibt F. Kiebitz eine zusammenfassende Übersicht über die für verschiedene Arten der Hochfrequenzerzeugung angewandten Stabilisierungsverfahren, worunter man heute schlechthin die Frequenzstabilisierung versteht. Besonders einfach liegen die Verhältnisse bei den Hochfrequenzmaschinen, indem die Drehzahl die Frequenz bestimmt. Für die Drehzahlregelung sind Genauigkeiten bis zu etwa 0,000 01 erreichbar. Die Aufgabe, die Frequenz von Röhrengeneratoren zu stabilisieren, ist wesentlich schwieriger. Für Rundfunksender im mittleren Wellengebiet reicht die mit fremdgesteuerten Generatoren erreichbare Genauigkeit, etwa bis zur 5. Dezimalstelle, aus. Dagegen erfordern Telegraphiesender mit Rücksicht auf ihren geringen Frequenzabstand eine weitergehende Stabilisierung, und die Anforderungen steigen noch höher im Gebiete kurzer Wellen. Hier liegt der Hauptanwendungsbereich von Frequenznormalen. Als solche dienen auffallenderweise mechanische oder mechanisch-elektrische Schwingungskreise, die eine mit rein elektrischen Mitteln unerreichbare Abstimmschärfe gewährleisten.

In der **Mitt. 1-C-1** berichtet W. G. Cady, dem man die Einführung der piezoelektrischen Normale verdankt, über eine neuartige Ausführungsform derselben als Quarzoszillator mit optischer Steuerung. Besonders bemerkenswert sind die durch großen Abstand des Quarzes von den Elektroden (2 mm) erreichte Entkopplung zwischen dem Quarz und den elektrischen Schwingungskreisen sowie die Erregung des Quarzes durch einen Verstärker, dessen Frequenz nur durch die Eigenfrequenz des Quarzes festgelegt ist.

Im **Ber. 2** beschreibt E. Giebe ausführlich die gebräuchlichen Frequenznormale, d. h. die piezoelektrischen Resonatoren aus Quarzkristallen und die Stimmgabel in Selbsterregungsschaltung. Die Resonanz zwischen den mechanischen und elektrischen Schwingungen kann in einfacher Weise mit den von Giebe und Scheibe entwickelten Leuchtresonatoren nachgewiesen werden. Das Verfahren der harmonischen Oberschwingungen bildet ein wichtiges Hilfsmittel, in einfacher Weise eine Reihe von Frequenzen zu gewinnen, die in bezug auf die Grundfrequenz eines Oszillators genau bekannte Werte haben. Die letzten internationalen Vergleichsmessungen (1931) führten zu dem Schluß, daß die Normale von Deutschland, England, Frankreich und Italien innerhalb von $1/100000$ übereinstimmen.

Im **Ber. 3** behandelt G. Pession Feldstärkemessungen im Wellenbereich von 100 ··· 20 000 m. Sämtliche Verfahren zur Feldstärkemessung werden erläutert und die wichtigsten ausgeführten Messungen kurz geschildert. — In der **Mitt. 4-C-4** berichtet E. D. Mac Arthur über eine neue Kurzwellen-Senderöhre. Ihr Anwendungsbereich erstreckt sich von 150 000 kHz bis zu 40 000 kHz bei einer Leistung bis zu 2,5 kW.

Im **Ber. 5** hat F. Vecchiacchi eine große Anzahl verschiedener Schwingungsformen dargestellt, die mittels Elektronenröhren in geeigneten Schaltungen erzeugt werden können.

Im **Ber. 6** behandelt B. van der Pol die Vorgänge in elektrischen Röhren. Er geht vom Richardsonschen Emissionsgesetz aus, entwickelt die verschiedenen Schaulinien von Zwei- und Dreielektrodenröhren und schließt mit der Betrachtung von Schirmgitterröhren und Penthoden.

Im **Ber. 7** beschreibt Chireix verschiedene Verfahren zur Wahrung des Postgeheimnisses im drahtlosen Verkehr. Das weitaus gebräuchlichste Verfahren ist die Verlagerung oder Umkehrung des ganzen zu übertragenden Frequenzbereiches. Überdies kann man die Verlagerungsfrequenz um einen Mittelwert schwanken lassen. Neben diesen Verfahren, die nur die Niederfrequenz angreifen, macht man vielfach von zwei Methoden Gebrauch, die sich ausschließlich auf die hochfrequente Trägerwelle beziehen. Die erste besteht darin, daß man sowohl Trägerwelle wie ein Seitenband unterdrückt und nur das andere Seitenband überträgt. Beim zweiten Verfahren wird die Trägerwelle mit übertragen, man läßt jedoch ihre Frequenz um einen Mittelwert schwanken.

Im **Ber. 10** behandelt R. Mesny die Peilung. Er schildert die verschiedenen Typen von Empfangsgoniometern und behandelt die besonderen Anforderungen bei Schiffs- und Flugzeugpeilungen sowie die zu erwartenden Fehler, im besonderen die Nachtfehlweisungen, deren Ursachen und Bekämpfung er ausführlich schildert.

Im **Ber. 11** behandelt N. Wells die Radiotelegraphie zwischen ortsfesten Sendern. Ausgehend von der grundsätzlich verschiedenartigen Ausbreitung langer und kurzer Wellen schildert er die Entwicklungsbestrebungen des neuzeitlichen drahtlosen Verkehrs.

Der **Ber. 12** von A. Hubert betrifft die Anwendung der Radiotelegraphie in der Handels- und Luftschiffahrt, im **Ber. 13** beschreibt P. Bouvier den gegenwärtigen Stand der Radiotelephonie, der **Ber. 14** von F. G. Loring und H. H. Buttner befaßt sich mit der Radiotelephonie zwischen beweglichen Stationen, insbesondere Schiffen, Flugzeugen und Zügen.

Im **Ber. 15** behandelt R. Braillard Rundfunksender. Von besonderem Interesse sind statistische Tafeln, die sich auf die Senderzahl, deren Leistung und die Mindestwerte der Empfangsfeldstärken bei verschiedenen Empfangsverhältnissen beziehen. Die Gesamtzahl der Sender beträgt über 1100, ihre Gesamtstrahlungleistung rd. 4000 kW. Unter dem Einfluß der unzähligen Störungen sowie der ungünstigen Ausbreitungsverhältnisse elektromagnetischer Wellen ist der erforderliche Mindestwert der Empfangsfeldstärke in Großstädten etwa 10mal so hoch als auf dem Lande.

Im **Ber. 16** hat F. Ewald die geschichtliche Entwicklung des Rundfunks und insbesondere der Rundfunkempfänger dargestellt. Auch hier sind vor allem die statistischen Angaben besonders wertvoll. Die volkswirtschaftliche Bedeutung der deutschen Funkindustrie kennzeichnen z. B. folgende für das Jahr 1931 geltenden Angaben:

Stückzahl der hergestellten Emfänger.	1 275 000
Wert in RM	178 500 000
Stückzahl der hergestellten Röhren	5 875 000
Wert in RM	70 500 000

Die Zahl der in der Industrie beschäftigten Angestellten und Arbeiter beträgt 20 000.

C. Höpfner. S. Kagan.

5. Elektrische Zugförderung und mechanische Anwendungen.

(5. Sektion.)

Ber. 1. Motoren und Ausrüstung für elektrischen Bahnbetrieb in Amerika, Case, Cooper, Hanna, Storer; 29 S., 2 Abb. — Geschichtliches. Stand am 1. I. 1932:

	Gleichstrom				Einphasen 25 Hz		
	600 ··· 750 V	1200 ··· 1500 V	2400 V	3000 V	3300 V	11000 V	Summe
Triebwagen Stadtbahnen .	9542	—	—	—	—	—	9542
Vorort- und Fernbahnen	1544	269	—	141	—	552	2506
Lokomotiven . .	236	18	28	85	9	235	611

Ferner rd. 50 000 Straßenbahnwagen, 267 Leitungsbusse, außerdem 660 Triebwagen, 2328 Autobusse mit thermoelektrischem Antrieb. Die Fortschritte im Motorenbau zeigt ein Gewichtsvergleich (ausschl. Vorgelege):

	Gleichstrom		Einphasen	
	Gewicht kg/PS	Kommutator m/s	Gewicht kg/PS	Kommutator m/s
1914	12	33	18	34
1931	9	45	9	46

Ber. 2. Entwicklung des elektrischen Bahnbetriebes in den V. S. Amerika, Moreland; 31 S., 4 Abb. — Geschichtliches. Ende 1931 elektrisch betrieben 3200 km Strecke, 7800 km Gleis; im Bau weitere 500 km Strecke, 1800 km Gleis; Summe 9600 km Gleis = 1,4 % des Gesamtnetzes (690 000 km). Stromsysteme: Einphasen 11 000 V, 25 Hz, und Gleichstrom 3000 V völlig gleichwertig. Strombezug: überwiegend fremd. Neue Einphasenmotoren hoher Leistungsfähigkeit wurden entwickelt, 600 PS/Achse für Güterzug-, 2 · 600 PS/Achse für Schnellzuglok. Ausführliche Zahlentafel über 39 verschiedene Strecken, Stromverbrauch, Lokomotiven, Triebwagen, Zug-km, Geschwindigkeit usw.

Ber. 3. Entwicklung des Gleichstrombetriebes auf den europäischen Bahnen, Cardon; 45 S., 9 Abb. — Etwa 2000 km mit 1500 V, 400 km mit 3000 V in Frankreich, Algier, Marokko, Spanien, Tschechoslowakei. Rd. 140 Unterwerke, meist noch mit Umformern. Lokomotiven mit Einzelachsantrieb; Beispiele: Schnellzuglok. 2 D 2, 4400 PS, 132 t für Paris—Orléans; 2 C + C 2, 5340 PS, 168 t für Paris—Lyon. Personen- und Güterzuglok. B + B bzw. C + C mit rd. 500 PS/Achse. Die Orléans-Bahn benutzt Verschiebelok. mit Umformer für Spannungsregelung. Widerstands- und Nutzbremsung. Ausführliche Zahlentafel über Lokomotiven. **Mitt. 3-C:** Elektrische Bahnen in Japan, Iida; 3 S. — Die Staatsbahn betreibt 11 km mit 600 V und 338 km mit 1500 V Gleichstrom, 2,4 % des Gesamtnetzes. Zwei Lokomotivtypen mit 4 bzw. 6 Achsmotoren je 225 kW, Triebwagen mit 4 · 100 kW.

Ber. 4. Entwicklung und Stand des Einphasensystems auf den europäischen Bahnen, W. Wechmann; 40 S., 20 Abb. — Stand am 1. I. 1932: Deutschland 3379 km, Österreich 1558 km, Ungarn 98 km, Norwegen 401 km, Schweden 1703 km, Schweiz 4721 km, Summe 11 860 km Gleis. Strom bisher meist aus Eigenerzeugung, künftig Umformung. Neuere Lokomotiven Einzelachsantrieb, Leistung bis etwa 25,4 kW/t. Wirtschaftlichkeit des elektrischen Betriebes gegenüber Dampf: in der Schweiz 5,5 %, in Schweden 4,9 % Ersparnis auf das Anlagekapital. Zahlentafel über die 25 größten elektrischen Bahnnetze der Welt nach dem Stand am 1. I. 1931 ergibt 10 600 km mit Gleichstrom, 12 608 km mit Einphasen-, 2259 km mit Drehstrom. — **Mitt. 4-C.** Einphasen-Bahnmotoren, P. Müller; 10 S., 1 Diagr. — Neuere Einphasenmotoren erfordern nur etwa 6,5 kg/kW (ausschließl. Vorgelege) bei rd. 40 m/s Kommutatorgeschwindigkeit, Begrenzte Eisensättigung, zweckmäßige Feldform und Wicklungsart verringern Oberwellen und Verluste. Größe und Einfluß der Kurzschlußströme unter den Bürsten im Stand und Lauf. Verschiedene Größe der Einzelverluste beim Fahrbetrieb und Prüffeldversuch. Leistungsvergleich für 16⅔, 25 und 50 Hz. — In der untenstehenden Tafel sind Zahlen über Lokomotiven aus den Berichten 2 ··· 4 zusammengestellt.

Ber. 5. Entwicklung des elektrischen Bahnbetriebes mit 3000 V Gleichstrom, Bianchi; 15 S., 5 Abb. — In Italien 850 km Streckenlänge mit 3000 V Gleichstrom betrieben, 95 Lokomotiven, 61 Triebwagen, 25 Unterwerke, größtenteils mit Gleichrichtern. Fahrbare Unterwerke ergeben bis 50 % Ersparnisse gegen solche in Gebäuden. Einheitslokomotiven 2 D 2 bzw. 2 C 2 für Schnellzüge mit 4000 bzw. 3000 PS, Doppelmotoren mit Hohlwelle und Federkupplung; B + B + B bzw. B + B für Personen- und Güterzüge, 3000 bzw. 2000 PS, mit Achsmotoren. Auch die übrige Ausrüstung weitgehend vereinheitlicht. Beschaffungs- und Unterhaltungskosten dadurch um etwa 20 % verringert. **Mitt. 5-C.** 3000 V-Gleichstrombahnen, Parodi; 2 S. — 3000 V Gleichstrom auch in Algier und Marokko verwendet, 510 km im Betrieb, weitere 374 km im Bau.

Ber. 6. Bahnmotoren hoher Spannung, Bianchi; 25 S., 12 Abb. — Drehstrom 3400 V, 16⅔ Hz, Gleichstrom 3000 ··· 4000 V mit je 2 Motoren dauernd in Reihe. Isolation: Windung gegen Windung für volle Betriebspannung, da die meisten Durchschläge von dort ausgehen. Glimmerband oder Emailasbest, etwa ½ mm einseitig bei Drehstrom, ¼ mm bei Gleichstrom. Gegen Körper Glimmerrohr 2 ··· 3 mm. V-Ringe am Kommutator mehrschichtig; Kriechweg zum Körper mindestens 60 mm. Bürstenüberschläge durch hörnerartige Funkenstrecken (20 mm) zum Gehäuse abgeleitet. Hilfsmotoren für volle 3000 V zweipolig, Segmentspannung bis 40 V.

Ber. 7. Gleichstrom-Bahnbetrieb, Rougé und Langlois-Berthelot; 25 S. — Empfohlen wird Einzelachsantrieb trotz etwas schlechterer Reibungsausnutzung; für Personen- und Güterzuglok. Achsmotoren 500 PS, für Schnellzuglok. Doppelmotoren 2 · 500 PS mit Hohlwelle und Gelenkkupplung. Anhang von Langlois über Nutzbremsung, Gefällbremse für Lokomotiven, Haltebremse für Triebwagen, mit Kompoundmotoren oder Erregerumformern. Elektrische und mechanische Stabilitätsbedingungen; Verminderung der Spannungs-, Strom- und Bremsstöße bei Schwankung oder Ausfall der Fahrspannung.

Ber. 8. 50 Hz-Zugförderung, Langlois-Berthelot und Létrilliart; 24 S. — Kommutatormotoren (Serie, Repulsion, Latour, Winter-Eichberg) wegen hoher Ankerströme wenig geeignet. Umformung: in Drehstrom mittels Phasenumformer (Westinghouse, Alexanderson, Kando; Kruppmotor), in Gleichstrom mit Motorgenerator, Leonard-Schaltung. Vorgeschlagen Mehrphasengeneratoren regelbarer Frequenz und Spannung, Fahrmotoren mit Käfiganker. Rückwirkung der Einphasenlast auf die Kraftwerke nötigenfalls mit Ausgleichmaschinen gemildert. (Philadelphia, 2 Gruppen je 5000 kVA bei 24 000 kVA einphasiger Spitzenlast im 100 000 kVA-Netz.)

Ber. 9. Entwicklung der Einphasen-Bahnmotoren, R. F. Stockar; 23 S., 12 Abb. — Als Vergleichswert vorgeschlagen: kg Motorgewicht je kg Zugkraft am Ankerumfang; ältere Motoren ergeben hierfür den Wert 7, neuere 2,5. Verringerte Eisensättigung ergibt bessere Stromkurven, verkleinerte Stabhöhe weniger Wirbelstrom-

Auszug aus Zahlentafeln über Lokomotiven.

Ber. Nr.	Bahnlinie	Stückzahl	Achsfolge	Spannung V	Stromart	Leistung PS	Zahl der Motoren	Geschwind. km/h	Lok.-Gew. t	kg/PS Lok.	kg/PS Mot.
2	Chikago . . . . }	10	2 C 1 + 1 C 2	3 000	Gl	4 200	6	—	281,2	67	—
2	Milwaukee . . . . }	5	1 B + D + D + B 1	3 000	„	3 517	12	—	239,7	68	—
2	Pennsylvania	38	1 D 1	11 000	E	4 170	4	—	179,3	43	—
3	Span. Nord	12	2 C + C 2	1 500	Gl	3 265	6	110	143,5	43,9	—
3	Marokko	16	B + B	3 000	„	1 560	4	75	80	51,2	10,7
3	Tschechoslowakei	1	B — B	1 500	„	1 550	4	90	64	41,2	—
3	Midi	6	2 D 2	1 500	„	3 600	8	125	122	33,9	8
3	Paris—Lyon	4	2 C + C 2	1 500	„	5 340	12	120	158	29,5	6,22
3	Algier	30	C + C	3 000	„	2 640	6	70	118	44,6	10,5
3	Paris—Orléans	25	2 D 2	1 500	„	4 140	4	130	132	31,8	6,8
4	Deutsche Reichsbahn	—	1 D, 1	15 000	E	3 800	8	110	110	29	—

verluste. Isolation Glimmerband, warm gepreßt. Haupt- und Wendepolspulen fertig eingelegt, ebenso Ausgleichverbinder, dagegen Ankerstäbe einzeln in halbgeschlossene Nuten. Gute Kühlung namentlich der Haupt- und Wendespulen erforderlich, daher besondere Kühlkanäle. Bürstentaschen genau bemessenes Spiel. Kommutator durch sorgfältige Herstellung und Wärmebehandlung mechanisch so verbessert, daß vielfach Laufzeiten von rd. 450 000, in einem Fall sogar 900 000 km am Umfang ohne Nacharbeit erreicht wurden.

Ber. 10. Elektrisierung der britischen Eisenbahnen, D a w s o n; 14 S., 1 Fernleitungsplan. — Bisher elektrischer Betrieb:

	Kilometer			Triebwagen	Lokomotiven
	Strecke	Gleis	Bahnhof		
Southern Rly.	500	1250	64	881	—
Great Western Rly. . .	12,8	25,6	1,6	20	—
London-Midland Rly. .	154	324	40	305	—
London-North Eastern Railway	94	197	29,5	83	13

Einheitsystem 1500 V Gleichstrom, Fernleitung und Unterwerke vom stromliefernden Werk errichtet, aber von Bahnverwaltung betrieben und unterhalten. Kostenberechnung für zwei größere Linien ergab im Verhältnis zum Dampfbetrieb (ausschl. Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals):

	Geschwindigkeitszunahme	Betriebskosten
Ortsgüterzüge	33%	59%
Durchgangs-Güterzüge . . .	25%	71%
Personenzüge	25%	55%
Schnellzüge	etwas	64%

Hieraus ergibt sich die Kapitalverzinsung zu 7 ··· 10 %. Strompreis ab Unterwerk 0,55 Pence/kWh.

Ber. 11. Elektrischer Bahnbetrieb in Polen, P o d o s k i; 28 S., 2 Abb. — Elektrischer Betrieb z. Z.: 3 Bahnen mit 223 km Gleis, 158 Triebwagen. Geplant 220 km Vortlinien Warschau, 1500 V Gleichstrom. Studie über Fernbahnen, 3000 V Gleichstrom, ausgehend vom Knotenpunkt Warschau. Errechnet werden Betriebskosten etwa 65 ··· 70 % des Dampfbetriebes, Verzinsung des Anlagekapitals 20 % bei 27,6 und 8,9 % bei 7,4 Mill Brutto-tkm je Linien-km jährlich.

Ber. 12. Elektrisierung der österreichischen Bahnen, K a a n; 9 S. — Der 1929 beendete Abschnitt umfaßt 623 km Strecke, 1240 km Fahrleitung, 164 Lokomotiven, 8 Triebwagen, 490 km Fernleitung 55 kV. Geplant weitere 738 km Strecke. Vereinheitlichte Lokomotivtypen, D für Schnellzug-, B + B für Personen- und Güter-, D für Verschiebedienst.

Ber. 13. Elektrischer Bahnbetrieb mit Akkumulatoren, B a l b o; 14 S., 4 Abb. — Deutsche Reichsbahn bedient 7500 km Strecke, Italien etwa 400 km Lokalbahnen mit Akkumulatorwagen. Auf letzteren wurden folgende Betriebskosten in RM/Zug-km ermittelt:

	Dampf		Akkum.
Kohle	0,228	Batterie-Unterhaltung . . .	0,205
Holz	0,007	Strom	0,033
Öl	0,023	Öl	0,01
Unterhaltung	0,057	Wagen-Unterhaltung . . .	0,016
Mannschaft.	0,164	Mannschaft	0,04
Summe:	0,479	Summe:	0,304

Ber. 14. Entwicklung der thermoelektrischen Traktion in Europa, G e l b e r; 23 S. — In Europa im Betrieb etwa 500 Traktoren unter 100 PS, 60 Lok. von 100 bis 500 PS, 20 Lok. von 500 ··· 1500 PS, 300 Triebwagen, 2500 Straßenfahrzeuge. Bemerkenswert u. a. Rußland: Güterzuglok. 1 D 1 mit 1200 PS, 2 E 1 mit 2 · 750 PS; Siam: Schnellzuglok. 2 D + D 2 mit 2 · 700 PS; Schnelltriebwagen Deutsche Reichsbahn 2 · 410 PS, 150 km/h.

Ber. 15. Thermoelektrischer Bahnbetrieb in den V. S. Amerika, A n d r e w s; 21 S., 3 Abb. — In Betrieb 116 Lokomotiven bis 1000 PS, meist Diesel, davon 45 mit Batterie; 600 Triebwagen, im Mittel 450 PS, davon 7 Diesel. Ausführliche Zahlentafeln über technische Daten und Betriebskosten. Diesellokomotiven besonders günstig für Verschiebedienst; ein Betrieb mit 6 Diesellokomotiven, 100 t, 600 PS, gegen 9 Dampflokomotiven, 80 t, für gleichen Dienst ergab stündliche Betriebskosten Dampf 24,50, Diesel 10,40 RM/h; höherer Anschaffungspreis der Diesellokomotiven in wenigen Jahren ausgeglichen. Eine Bahngesellschaft mit 57 Triebwagen erzielte 1931 gegenüber Dampf eine Ersparnis von 32,4 % des Anlagekapitals.

Ber. 16. Elektrische Ausrüstung für Hebezeuge und Fördermaschinen, C h a n t e u x; 12 S. — Allgemeine Eigenschaften der Gleich- und Drehstrommotoren; Geschwindigkeitsregelung, Bremsung. Steuerung meist Schützen mit Hilfskontroller.

P. M ü l l e r.

6. Unterbrechungs-Lichtbogen in Schaltern.

(Aus der 4. Sektion.)

Auf die Rolle des Unterbrechungs-Lichtbogens geht J. S l e p i a n in Weiterverfolgung seiner früheren Überlegungen[1] ein. Das wesentliche Merkmal der Abschaltung durch einen allgemeinen stromabhängigen Widerstand sieht er in einer „synchronen" bzw. vor- oder nacheilenden Unterbrechung: Wird in einem Stromkreis, bestehend aus Gleichspannungsquelle U, reiner Induktivität L und „Lichtbogen-Widerstand" r an die zeitliche Variation des letzteren die Bedingung gestellt, daß die Induktivitätsspannung u_L während des Unterbrechungsvorganges konstant gleich $n\,U$ sein soll, so ergibt sich eine Widerstandsfunktion $r(t)$, die gleichzeitig der kleinsten Abschaltarbeit und der kürzesten Unterbrechungszeit entspricht. Erfolgt der Beginn des Ausgleichvorganges mit einem kleineren Widerstandswert dieser Funktion (nacheilend), so muß anfangs $u_L < n\,U$ sein, jedoch ist der Momentanstrom $i = i_0 - k\,t$ später Null als oben; umgekehrt führt voreilender Einsatz der Widerstandsfunktion zu größerer als zulässiger Induktivitätspannung und kürzerer Unterbrechungszeit. — Für den Fall des Wechselspannungskreises mit Serieninduktivität L und Parallelkapazität C ergibt sich ungefähr, daß $r(t)$ innerhalb einer Zeit von $\leq$ ¼ der Eigenperiode von L und C unendlich werden muß. Besitzt der Stromkreis außerdem ohmschen Widerstand, so erhöht sich die zulässige Abweichung vom „Synchronismus" bei steigender Phasenverschiebung anfangs langsam, über $\cos\varphi = 0{,}9$ sehr rasch.

Der Verfasser setzt sich ferner mit den verschiedenen Schaltertheorien auseinander: Das Ausschalten eines Stromkreises durch stetiges Vergrößern eines ohmschen Widerstandes hält er nicht für aussichtsreich, die „Strömungstheorie", angewandt auf Ölschalter und Druckgasschalter (s. folg. Referat), wird verworfen, da der fehlende Synchronismus Überspannungen an der Induktivität zur Folge hätte; gegen die Theorien des Expansionschalters[2] sei folgendes einzuwenden: Der künstlich hervorgerufene Temperaturabfall von rechnungsmäßig[3] etwa 10^5 °/s sei klein gegen die natürlichen Temperaturänderungen im Lichtbogen, die sich einmal aus Stromdichte, Feldstärke, Dampfdruck und Dampfdichte gut schätzen lassen, und die sich aus Temperaturmessungen zu rd. 10^6 °/s ergeben; auch beim Stromnulldurchgang sind danach Temperaturen von einigen tausend Grad vorhanden, so daß eine Kondensation sich verböte. Die Erscheinungen bei Unterbrechungs-Lichtbogen in dünnen Fiberröhren (Gasbefreiung an Wänden) sind den in Expansionschaltern verwandt.

Endlich werden die verschiedenen Strom-Spannungs-Charakteristiken stromstarker Entladungen kurz behandelt: Der Wechselstrombogen geringerer Stromstärke besitzt Zünd- und Löschspitzen in der Spannungskurve, die auf der Glimmentladungs-Charakteristik liegen, während bei höheren Strömen die Löschspitze fehlt; die Bogenentladung bei turbulenter Gasströmung zeigt eine Aufspaltung in mehrere nebeneinander bestehende parallele Bogensäulen. Auch die Glimmentladung bei verschiedenen Gasdrücken wird kurz beschrieben. Alle diese erst in neuester Zeit untersuchten Erscheinungen sind für das Abschaltproblem von besonderer Bedeutung.

Die Bogenlöschung im Flüssigkeitschalter wird von D. C. P r i n c e im Gegensatz zu anderen Anschauungen[4] durch die vom Lichtbogen verursachte Flüssigkeitströmung erklärt, welche die gebildeten gasförmigen und festen Verbrennungsprodukte schnell aus dem Entladungskanal, insbesondere während des Stromnulldurchganges, fortschaffen soll. In einer Zeit von weniger als einer

[1] ETZ 1930, S. 618; 1932, S. 439.

[2] F. Kesselring, ETZ 1930, S. 499. O. Mayr, ETZ 1932, S. 75 u. 21.

[3] Zahlenangaben berichtigt nach J. S l e p i a n, J. Franklin Inst. Bd. 214, S. 413 (1932).

[4] Wie Fußnote 2.

Halbwelle der wiederkehrenden (hochfrequenten) Spannungschwingung müßte auf einem Kontakt eine Ölschicht (Pfropfen) aufgebracht werden. Die entsprechende Anstiegsgeschwindigkeit der Schwingung liegt in der Regel bei $a = 10^8 \cdots 10^9$ V/s (für Freileitungen gilt annähernd $a = 1{,}6 \cdot 10^5 \cdot U/\sqrt{Z\,l}$ in V/s; U gegen Erde in V, Z in Ω [Kurzschlußreaktanz bei 50 Hz], l in km), die Ölgeschwindigkeit errechnet sich bei vernachlässigter Zähigkeit zu $v = 1480\sqrt{P}$ cm/s mit P in kg/cm²; da nun laut Annahme mindestens $v = a/\delta$, wobei δ die elektrische Festigkeit des Öles ist, folgt durch Vergleich für $\delta \approx$ 200 kV/cm: $P = a^2 \cdot 10^{-5}$ kg/cm². An zwei verschiedenen Ölschaltern vorgenommene Versuche ergaben $P = a^2 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-6}$. Der unter Öl gemessene notwendige Druck ergibt sich also 4mal kleiner, was auf die gleichzeitige Einwirkung des Flüssigkeitsstrahles auf den festen und den beweglichen Kontakt zurückgeführt wird (halbe Geschwindigkeit und daher ¼ des Druckes nötig). Zeitlupenaufnahmen an einem einpoligen Modellschalter bei 4 und 13 kV und Stromstärken bis 20 kA mit normalen Kontakten und Hohlkontakten zur Erzeugung eines Ölstromes, ferner Netzversuche bei 140 kV bis etwa 2 MVA Dreiphasen-Abschaltleistung (amerikanische Definition) werden als Stütze der Strömungstheorie herangezogen. Eine analoge Überlegung für Gasschalter ergibt mit $v = 3 \cdot 10^4$ cm/s (Schallgeschwindigkeit) und $\delta = 30$ kV/cm: $a = v\,\delta = 9 \cdot 10^8$ V/s als höchstzulässigen Spannungsanstieg. Auf naheliegende Einwände gegen diese Anschauungen geht der Verfasser ebenso wenig ein wie auf frühere Arbeiten europäischer Verfasser über ähnliche Anordnungen.

A. v. Engel.

Über stimmgabelgesteuerte stroboskopische Lichtquellen.

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

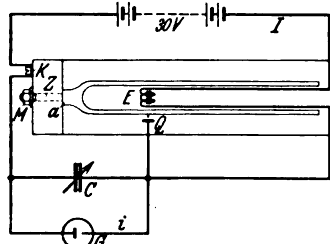
Von **J. Kluge**, Berlin.

Übersicht. Beschreibung einer Anordnung zur Erregung einer Stimmgabel nach dem elektromechanischen Summerprinzip mit fein einstellbarem Quecksilberkontakt sowie einer Anordnung für eine selbstanlaufende Stimmgabel in der Kippschwingungsschaltung einer Thyratronröhre mit Gittersteuerung. Die zwangläufig mit der Frequenz der Stimmgabel (50 Hz) aufleuchtende stroboskopische Lichtquelle gestattet, bei außerordentlich guter Bildschärfe stroboskopische Messungen mit einer Absolutgenauigkeit von 0,01 % auszuführen.

Für genaue Messungen von Umdrehungszahlen und für die Beobachtung der verschiedensten niederfrequenten Bewegungsvorgänge sind die stroboskopischen Meßverfahren sehr geeignet. Über die zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten der stroboskopischen Meßverfahren ist bereits eine umfangreiche Literatur[1,2] vorhanden. Sie haben alle das gemeinsame Merkmal, daß die Messungen auf einen bekannten Normalwert einer Drehzahl oder einer Frequenz zurückgeführt werden, und es ergibt sich somit das Bedürfnis nach einem derartigen möglichst genau bekannten und konstanten Normalwert. Um den gesteigerten Anforderungen bei der Prüfung von Umdrehungszählern und Frequenzmessern nachzukommen, wurden im Maschinenlaboratorium der Reichsanstalt zwei verschiedene Stimmgabel-Anordnungen entwickelt, bei denen ein Gasentladungsrohr als stroboskopische Lichtquelle zwangläufig mit der Frequenz einer Stimmgabel, z. B. von 50 Hz, aufleuchtet. Somit können die stroboskopischen Messungen direkt auf die bekannte Stimmgabelfrequenz bezogen werden.

Stimmgabelerregung nach dem elektromechanischen Summerprinzip.

In der Abb. 1 ist das Schaltbild für eine Stimmgabelerregung nach dem Summerprinzip dargestellt. Die Wirkungsweise der Anordnung ist folgende: Erfährt die Gabel, z. B. durch Anschlagen mit einem Hämmerchen, eine Elongation nach außen, so wird der Stromkreis des Elektromagneten E durch den Quecksilberkontakt Q geschlossen. Hierdurch bekommt die Gabel einen zusätzlichen Impuls nach der Innenseite usw. Auf diese Weise kann die Gabel, wenn sie einmal angestoßen worden ist, dauernd ihre Schwingungen aufrecht erhalten.



E Elektromagnet
Q Quecksilberkontakt
I Erregerstrom der Stimmgabel
i Glimmlampenstrom
G Glimmlampe
C Kondensator

Abb. 1. Schaltbild für Stimmgabelerregung nach dem Summerprinzip.

Man gelangt nun bei dieser Anordnung in sehr einfacher Weise zu einer stroboskopischen Lichtquelle konstanter Frequenz, wenn man parallel zum Quecksilberkontakt Q eine Glimmlampe schaltet. Bei geeigneter Wahl der Windungszahl des Elektromagneten und der Betriebsspannung ist die Öffnungspannung bei der Unterbrechung des Quecksilberkontaktes größer als die Zündspannung der Glimmlampe, so daß die Glimmlampe zünden kann und genau definierte Lichtblitze mit der Frequenz der Stimmgabel abgibt. Die Parallelschaltung der Glimmlampe zu dem Kontakt hat außerdem den Vorteil, daß am Kontakt kaum noch ein Unterbrecherfunken zu beobachten ist, so daß das sonst eintretende Verbrennen des Quecksilbers wegfällt. Die Unterdrückung des Unterbrecherfunkens wird erfahrungsgemäß noch durch einen zur Glimmlampe parallel liegenden Kondensator von einigen 100 cm unterstützt. Durch die Kombination der Stimmgabelanordnung mit einer Glimmlampe wird demnach die einwandfreie Erregung der Stimmgabel unter Verwendung eines Quecksilberkontaktes erst ermöglicht.

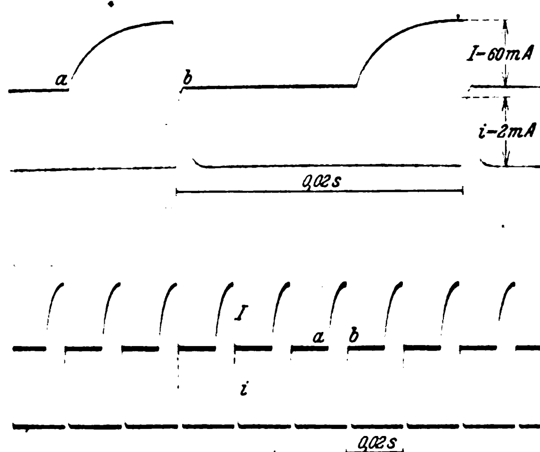


Abb. 2. Erregerstrom I und Glimmlampenstrom i für Stimmgabelerregung nach dem elektromechanischen Summerprinzip.

Zur weiteren Erläuterung der Wirkungsweise der beschriebenen Stimmgabelanordnung nach Abb. 1 können noch die oszillographischen Aufnahmen des Erregerstromes I und des Glimmlampenstromes i dienen (Abb. 2). Man erkennt an der Stelle a das Schließen des Quecksilberkontaktes, der Strom I nimmt infolge der durch den Feldaufbau bedingten Verzögerung allmählich bis zu einem Sättigungswert von 60 mA zu. An der Stelle b wird der Strom I unterbrochen, gleichzeitig zündet die Glimmlampe, um nach der kurzen Zeitdauer von weniger als 0,002 s wieder zu verlöschen. An der zweiten Aufnahme, die einen größeren Zeitraum erfaßt, erkennt man die regelmäßige Wirkungsweise der Stimmgabelanordnung.

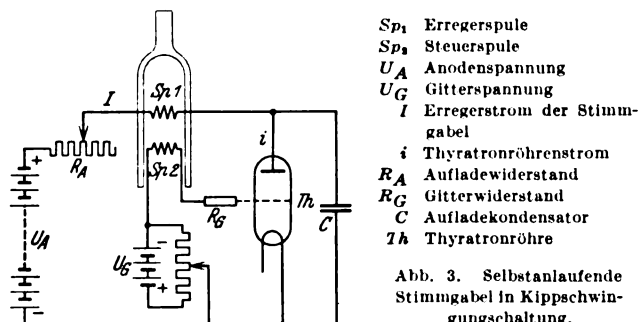
Die Stimmgabel selbst ist auf einem schweren Unterbau montiert (vgl. Abb. 1) und mit dem am Joch befindlichen Zapfen Z mit Paßsitz in den Einspannklotz K eingesetzt. Zur weiteren Festlegung der Gabel kann die Gegenmutter M etwas angezogen werden. Besonderer Wert ist darauf gelegt, daß die Anlageflächen a der Stimmgabel genau senkrecht zur Achse des Zapfens liegen. Andernfalls erhält die Gabel am Joch leicht Spannungen, die zu

[1] H. E. Linckh u. R. Vieweg, Arch. Elektrotechn. Bd. 15, S. 50 (1926).
[2] H. E. Linckh u. R. Vieweg, Z. Instrumentenkde. Bd. 48, S. 416 (1928).

ungleichem Ausschlag der beiden Gabelzinken führen. Der Quecksilberkontakt besteht aus einem feinen Platinstift, der in ein genau passendes Bohrloch an dem einen Stimmgabelschenkel eingedrückt ist und aus einer feineinstellbaren Quecksilberkuppe nach Art der bekannten Uhrenkontakte. Die Quecksilberkuppe kann in der Höhe verstellt und außerdem durch einen Schlittentrieb senkrecht zur Gabel verschoben werden, wodurch die Amplitude der Stimmgabel in weiten Grenzen geändert werden kann.

Selbstanlaufende Stimmgabel in Kippschwingungsschaltung[3].

Die im folgenden beschriebene Stimmgabelanordnung hat den besonderen Vorteil, daß sie ohne Kontaktvorrichtung arbeitet und von selbst anläuft. In der Abb. 3 ist das Schaltbild dieser Anordnung dargestellt. Der wesentliche Bestandteil der Schaltung ist ein Kippschwingungskreis, der aus den einzelnen Elementen, der Anodenbatterie U_A, dem Anodenwiderstand R, dem Kondensator C und der Thyratronröhre Th als Gasentladungsstrecke mit negativer Charakteristik besteht. Der Kippschwingungskreis kann nun, wenn die Zündspannung U_Z der Thyratronröhre kleiner als die verfügbare Anodenspannung U_A ist, Kippschwingungen ausführen, deren Frequenz f mit großer Annäherung in bekannter Weise gegeben ist durch die Gleichung $1/f = CR \ln [U_A/(U_A - U_Z)]$. Die Erregerspule Sp_1 der Stimmgabel ist in Reihe mit dem Widerstand R_A geschaltet und bildet mit ihm zusammen den Anodenwiderstand R. Stimmt die Frequenz des Kippkreises mit der Gabelfrequenz überein, so wird die Stimmgabel durch die Stromimpulse, mit denen der Kondensator im Rhythmus der Kippfrequenz aufgeladen wird, zum Schwingen angeregt. Ihre Amplitude ist dann im wesentlichen durch die Größe der Anodenspannung und des Anodenwiderstandes bestimmt.



Sp_1 Erregerspule
Sp_2 Steuerspule
U_A Anodenspannung
U_G Gitterspannung
I Erregerstrom der Stimmgabel
i Thyratronröhrenstrom
R_A Aufladewiderstand
R_G Gitterwiderstand
C Aufladekondensator
Th Thyratronröhre

Abb. 3. Selbstanlaufende Stimmgabel in Kippschwingungsschaltung.

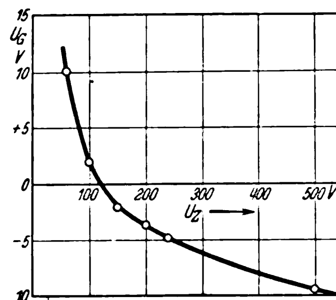


Abb. 4. Abhängigkeit zwischen der Zündspannung U_Z und der Gitterspannung U_G einer Thyratronröhre.

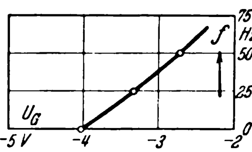


Abb. 5. Abhängigkeit zwischen der Kippfrequenz f und der Gitterspannung U_G.

Die Einstellung der Kippfrequenz auf den Frequenzwert der Stimmgabel erfolgt in einfacher Weise durch Veränderung der Gitterspannung U_G, da die Zündspannung der Thyratronröhre in definierter Weise von der Gitterspannung abhängt, und zwar ist die Zündspannung um so niedriger, je positiver die Gitterspannung ist (vgl. Abb. 4). Wenn man diese Abhängigkeit der Zündspannung von der Gitterspannung in die obige Formel einführt, so erhält man bei sonst konstanten Schaltelementen des Kippkreises eine bestimmte Abhängigkeit der Kippfrequenz f von der Gitterspannung U_G. Man erkennt aus Abb. 5, daß die Frequenz bei einer bestimmten Gitterspannung, die gleich der Sperrspannung bei der gewählten Anodenspannung ist, noch gleich Null ist, um dann mit positiv werdender Gitterspannung zuzunehmen. Wird die Gitterspannung so eingestellt, daß die ihr nach Abb. 5 zugeordnete Kippfrequenz gleich der Stimmgabelfrequenz ist, so fängt die Gabel von selbst an zu schwingen und drückt dem Gitter der Thyratronröhre durch die Steuerspule Sp_2 Spannungsimpulse mit der Frequenz der Stimmgabel auf, so daß der Kippkreis zwangläufig mit der Frequenz der Stimmgabel schwingt. Stimmgabel und Kippkreis bleiben dann auch bei großen Änderungen der Gitterspannung bis zu etwa 0,5 V noch in Tritt.

Die vorstehend beschriebene Stimmgabelerregung in einem Kippschwingungskreis mit Thyratronröhre wurde gewählt, weil bekanntermaßen Schwingungen mit niedriger Frequenz, wie sie bei stroboskopischen Meßzwecken in erster Linie in Frage kommen, in Kippschaltungen leichter zu erzeugen sind als in der sonst üblichen Meißnerschen Rückkopplungschaltung einer normalen Verstärkerröhre, und weil sich Kippschwingungen sehr leicht steuern lassen. Außerdem stellt die Thyratronröhre, die mit der bekannten Frequenz der Stimmgabel aufleuchtet, gleichzeitig eine sehr gute stroboskopische Lichtquelle dar, da ihre Lichtblitze sehr hell und photographisch gut wirksam sind (Quecksilberlicht) und nur eine kurze Zeitdauer haben. Durch stroboskopische Beleuchtung der Stimmgabelenden mit der Thyratronröhre kann z. B. der Synchronismus zwischen dem Kippkreis und der Stimmgabel sehr einfach festgestellt werden. Der mechanische Aufbau der Stimmgabel ist der gleiche wie in Abb. 1.

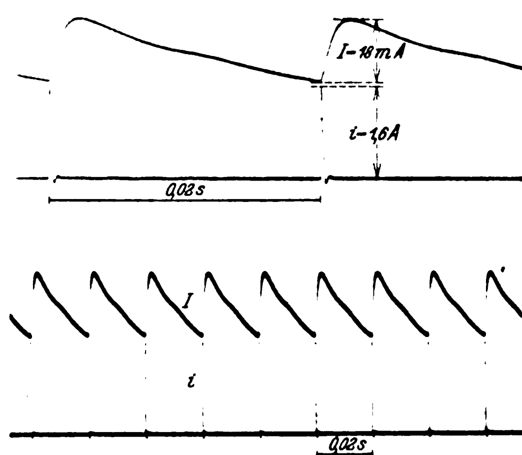


Abb. 6. Erregerstrom I und Thyratronröhrenstrom i für selbstanlaufende Stimmgabel in Kippschwingungsschaltung.

Zur weiteren Erläuterung der Stimmgabelerregung in der Kippschaltung können die Stromaufnahmen der Abb. 6 dienen. I ist der Strom, mit dem der Kondensator aufgeladen wird und der die Stimmgabel erregt; i ist der Strom durch die Thyratronröhre, sein Verlauf zeigt außerordentlich scharfe Stromspitzen. Die Lichtblitze der Thyratronröhre sind dementsprechend nur von einer kurzen Zeitdauer, etwa 10^{-4} s. Diese kurzdauernden Lichtblitze machen die Thyratronröhre in der beschriebenen Schaltung bei gleichzeitiger Steuerung durch die Stimmgabel für genaue stroboskopische Untersuchungen besonders geeignet.

S c h l u ß b e m e r k u n g. Mit den vorstehend beschriebenen Anordnungen können Drehzahl- und Frequenzmessungen einfach und genau ausgeführt werden. Bei Verwendung einer Stimmgabel aus einer bestimmten Chromnickelstahl-Legierung[4] mit einem kleinen Temperaturkoeffizienten ist die Frequenz der stimmgabelgesteuerten stroboskopischen Lichtquelle auf 0,01 % absolut genau und innerhalb dieser Genauigkeit von Amplitudenänderungen der Stimmgabel bis zu 1 mm und von Temperaturänderungen bis zu einigen Grad unabhängig.

Es ist noch ein besonderer Vorteil der stroboskopischen Meßmethode, daß die erwähnte Genauigkeit von 0,01 % z. B. bei Drehzahlmessungen schon in kleinen Meßzeiten erreicht wird, da die stroboskopische Methode immer auf die Messung einer Schlupfbewegung führt. Die Meßzeit ist um so länger, je größer die Schlupfgeschwindigkeit ist. Ist z. B. die Schlupfdrehzahl $\Delta n = 0{,}01\, n$, so braucht man, damit n auf 0,01 % genau wird, Δn durch Auszählen also nur auf 1 % genau zu bestimmen, wobei eine Meßzeit von 20 s und weniger notwendig ist. Auf diese Weise können in der Reichsanstalt Drehzahl- und Frequenzmesser zur Zeit mit einer Genauigkeit von 0,01 % geeicht werden.

[3] Vgl. Tätigkeitsbericht der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Z. Instrumentenkde. Bd. 52, S. 178 (1932).

[4] W. H e n s e l, Physik. Z. Bd. 30, S. 274 (1929).

RUNDSCHAU.

Apparate.

Die Entwicklung des Distanzschutzes. — Über die Entwicklung des Distanzschutzes von 1904 bis 1929 macht M. Walter Angaben, die sich im wesentlichen auf Patentschriften, Zeitschriften, Druckschriften der Herstellerfirmen und Auskünfte der Erfinder stützen[1]. Die letzten zehn Jahre vor dem Weltkriege erscheinen danach als Vorbereitungsperiode, in der es darauf ankam, Wege vom reinen Überstromschutz zu einem von Strom und Spannung abhängigen System zu finden. Chr. Krämer gibt als erster im Jahre 1904 ein Selektivrelais nach dem Induktionsprinzip an, dessen Triebscheibe durch je einen Strom- und einen Spannungsmagneten beeinflußt wird. Vier Jahre später folgt eine weitere wichtige Erfindung von K. Kuhlmann. Sie betrifft ein Waagebalkenrelais (Balancerelais), das als Vorläufer der Unterimpedanz-Anregeglieder für die jetzigen Distanzrelais gilt und überhaupt ein Bestandteil des schnellarbeitenden Distanzschutzes geworden ist. Das Jahr 1911 bringt mit einem Patent von W. Wecken (Kombination eines sofort wirkenden Stromrelais mit einem spannungsabhängigen Zeitrelais) die Grundlagen für den selektiven Spannungsabfallschutz. Die gleiche Kombination fand später unter Fortfall der Zeitverzögerung auch als Unterimpedanz-Anregeglied für Distanzrelais Anwendung. W. Wecken und Georg J. Meyer arbeiten dann an der Lösung des Ringleitungschutzes, sehen aber in ihren Entwürfen noch keine Energierichtungsglieder vor. Erst im Jahre 1916 findet man das Richtungsglied innerhalb des Distanzschutzes. Damals wurde der Westinghouse Co. ein Impedanzrelais geschützt, das erste impedanzabhängige Zeitrelais mit Richtungsempfindlichkeit, das damals aber praktisch nicht ausgeführt wurde. Erwähnenswert sind noch Distanzschutz-Patente der Bergmann-Werke aus dem Jahre 1923, welche die Kombination eines Widerstandsmeßwerks mit einem Zeitwerk zum Gegenstand haben.

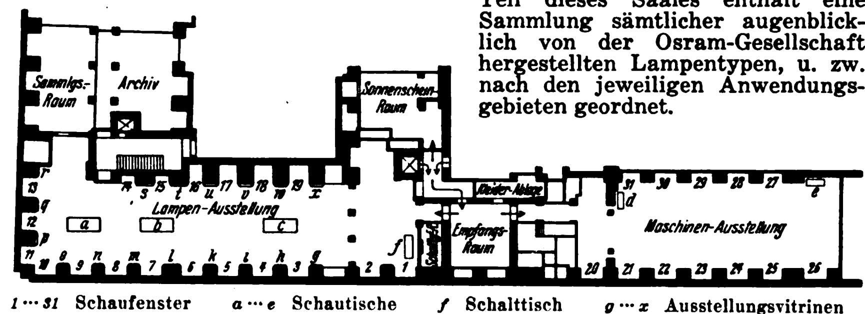
Die erste Impedanzschutzanlage erhielt im Jahre 1923 das 4 kV-Kabelnetz der Stadt Karlsruhe. An der Entwicklung der dort eingebauten Netzschutzrelais (N-Relais)[2] wurde seit 1918 gearbeitet. Die Erstausführung des Westinghouse-Distanzrelais wurde Anfang 1923 bekannt; in Europa fand es erst zwei Jahre später Eingang. Das Jahr 1923 war auch das Entstehungsjahr des AEG-Distanzrelais, das nach Vorschlägen von J. Biermanns gebaut wurde. Biermanns sind die ersten Mitteilungen über den Impedanzanwurf und den reaktanzabhängigen Ablauf von Distanzrelais, ferner über Wesen und Erfassung des Doppelerdschlusses zu verdanken[3]. Er hat außerdem die Einführung des Distanzschutzes in die Praxis dadurch gefördert, daß er den Wert dieses Schutzsystems durch zahlreiche Kurzschluß- und Doppelerdschluß-Versuche bewies. — P. Ackermann regte schon 1920/21 die Einführung von Distanzrelais mit stufenförmigen Zeitkennlinien (Teilstrecken-Selektivschutz) an und erprobte mit Erfolg derartige Relais in Canada[4]. Von Siemens und BBC stammen die ersten Reaktanzrelais (1928), mit denen hauptsächlich Höchstspannungsnetze (70 ··· 220 kV) geschützt werden. *Stf.*

Beleuchtung.

Das Osram-Museum. — Technische Museen sollen die Bedeutung und das Wesen technischer Errungenschaften sowie den Gang der technischen Entwicklung veranschaulichen und dadurch das allgemeine Verständnis für die Technik wecken und fördern. Als Vorbild für derartige Einrichtungen gilt das Deutsche Museum in München, das die verschiedenen Zweige der Naturwissenschaften und Technik in großen Umrissen darstellt. Aufgabe der Industriemuseen ist es, die historische Entwicklung und Bedeutung einzelner Gebiete Laien- und Fachkreisen eingehend zu veranschaulichen und die Ausbildung des technischen und kaufmännischen Nachwuchses zu fördern. In richtiger Erkenntnis des Wertes solcher Einrichtungen hat die Osram-Gesellschaft kürzlich nach jahrelangen Vorarbeiten ein Museum eröffnet, das der elektrischen Lichttechnik und insbesondere der Glühlampentechnik gewidmet ist.

Das Osram-Museum in der Ehrenbergstr. 11/14, Berlin O, gliedert sich in vier Teile: eine Lampenausstellung, eine Maschinenausstellung, einen Raum für die Vorführung medizinischer Lampen und das Archiv nebst Sammlungsraum (vgl. Abb. 1).

Die Lampenausstellung umfaßt in mehreren Schaufenstern und Vitrinen zunächst eine vollständige Darstellung der Entwicklungsgeschichte der elektrischen Glühlampe, angefangen mit den ersten Kohlenfadenlampen von Göbel, Swan und Edison bis zu den heutigen gasgefüllten und luftleeren Wolfram-Wendeldraht-Lampen. Diese Sammlung, die dem mehr als 20 000 Originale enthaltenden Archiv entnommen ist, ist für die Glühlampentechnik von einzigartigem Werte. An wichtigen Abschnitten der Entwicklung sind lehrreiche Versuche eingeschaltet, die den auf den einzelnen Entwicklungsstufen erzielten Fortschritt eindrucksvoll vor Augen führen. Der weitere Teil dieses Saales enthält eine Sammlung sämtlicher augenblicklich von der Osram-Gesellschaft hergestellten Lampentypen, u. zw. nach den jeweiligen Anwendungsgebieten geordnet.



1 ··· 31 Schaufenster a ··· e Schautische f Schalttisch g ··· x Ausstellungsvitrinen

Abb. 1. Grundriß des Osram-Museums.

An die Sammlung der Lampen schließt sich eine Ausstellung der Entwicklung und des Standes der von der Firma hergestellten Verstärker-, Empfangs- und Senderöhren an. Eine besondere Abteilung ist der Leuchtröhrentechnik vorbehalten. Hier wird an einschaltbaren Modellen die geschichtliche Entwicklung vom Geißler-Rohr bis zu den neuesten Hochleistungsröhren für Netzanschluß vorgeführt und die für besondere Gebiete der Technik entwickelten Sondertypen, wie Metalldampflampen, Lichtspritzen u. dgl., gezeigt.

Die Maschinenausstellung umfaßt eine Sammlung der zur Herstellung der Osram-Lampen benötigten Maschinen. Es wird gezeigt, wie die Einzelteile der Lampen entstehen, wie sie zum einheitlichen Ganzen zusammengefügt und dann versandfertig gemacht werden. In den Seitenschaufenstern dieses Raumes werden die Herstellung des Glases und des Drahtes, die Prüfung der Einzelbestandteile und der Lampen selbst gezeigt. Eine Zusammenstellung der verschiedensten Prüfmittel und Prüfverfahren, die z. T. vom Besucher an Modellen ausgeführt werden können, geben ein eindrucksvolles Bild von den an die Lampen gestellten Anforderungen und der Güte der heutigen elektrischen Glühlampen. Eine Darstellung der Entwicklung der Verpackung, der Werbung für die Glühlampen einst und jetzt sowie eine Übersicht über das Gesamtgebiet der Lichtwirtschaft schließen diesen Teil der Ausstellung.

Einen Einblick in ein verhältnismäßig neues Gebiet der Glühlampen und Leuchtröhren gewinnt man in dem sog. Sonnenscheinraum, in dem die Anwendung der für therapeutische Zwecke Verwendung findenden Glühlampen und Leuchtröhren gezeigt wird. Auch die Röntgenröhren für Therapie sind hier ausgestellt. Das Archiv enthält in chronologischer Anordnung eine Sammlung von technisch bemerkenswerten Lampenausführungsformen sowie eine fast vollständige Sammlung aller von der Firma hergestellten Lampentypen, häufig eine wertvolle Hilfe bei der Bearbeitung von Patentfragen.

In seiner Gesamtheit stellt das Osram-Museum eine einzigartige Schöpfung dar, die dem Besucher in kaum zu übertreffender Weise eine Übersicht über die Entwicklung und einen Einblick in den Stand der Glühlampentechnik vermittelt. *F. Bn.*

[1] Vgl. Z. VDI Bd. 75, S. 1555.
[2] ETZ 1925, S. 1383.
[3] ETZ 1925, S. 959.
[4] ETZ 1924, S. 778; 1932, S. 1058.

Heizung. Öfen.

Erfahrungen mit der elektrischen Küche in Graz[1]. — Die Beschaffungskosten der Elektroherde samt Geschirr sind derzeit in Österreich noch verhältnismäßig hoch, sie liegen wesentlich über den Preisen der Gasherde; es wird daher daran gearbeitet, eine Verbilligung zu erzielen. Ein Vergleich mit den von verschiedenen Autoren für Deutschland und die Schweiz festgestellten spezifischen Strom-Verbrauchszahlen ergibt auch für Österreich ähnliche Werte. Der Vortragende weist nach, daß der Strombedarf für vollelektrisierte Haushalte nach den bisherigen Erfahrungen den Stromlieferanten im Jahresverlauf wesentlich gleichmäßiger belastet als bei normalen Haushalten. Die durchschnittlichen Stromkosten für Licht, Kraft und Wärme betrugen im verflossenen Winterhalbjahr in der vollelektrisierte Grazer Schubertsiedlung (40 Haushalte ohne Heißwasserspeicher) 11 ··· 15 Pf[2] je Bewohner und Tag, Werte, die recht gut mit den veröffentlichten Erfahrungen in Römerstadt, Bremen und Siemensstadt übereinstimmen.

Im untersuchten Winterhalbjahr entsprachen die Gesamtstromkosten vollelektrisierter Haushalte in Graz genau den Ausgaben gleichgroßer Haushalte, die mit Gas kochen und Licht- und Kraftstrom zu den normalen Ansätzen des Grazer Raumtarifes beziehen. Der Grazer Probekochtarif sieht eine monatliche Grundgebühr von 1,20 RM je Wohnraum und Küche, jedoch mindestens 3,50 RM, bei einem einheitlichen Arbeitspreis von 7,2 Pf je kWh für Licht, Kraft und Wärme vor; der normale Gaspreis beträgt einheitlich 17,70 Pf/m³.

Das gemeinsam verwaltete Gas- und Elektrizitätswerk Graz steht auf dem Standpunkt, daß ein Konkurrenzkampf zwischen den beiden Energiearten zwecklos ist, zumal kaum 30 % der Haushalte mit Gasherden ausgerüstet sind; für weitere Gasanschlüsse steht noch ein reichlicher Spielraum offen, da nach den deutschen Erfahrungen[3] derzeit die wirtschaftliche Grenze für die Elektroküche bei etwa 15 ··· 20 % aller Haushaltungen zu liegen scheint.

Die laufende Aufzeichnung der täglichen Gesamtbelastung der Grazer Schubertsiedlung zeigt an Wochen- und Festtagen weitgehende Übereinstimmung mit den deutschen Angaben, sie ergab zur Mittagszeit als Höchstlast der betrachteten Haushaltgruppe je Haushalt 1,3 bis 1,5 kW einschließlich Licht und Kraft. Die Abendlast der Siedlung erreichte im Winter nur die Hälfte der Mittagsspitze, wogegen der Höchstlastanteil der gesamten Abnahme an der Netzspitze im Dezember nur rd. 180 W/Bewohner bzw. rd. 0,55 kW je Haushalt betrug. Die Spitzenverantwortlichkeit je Elektroherd war im Dezember rd. 0,45 kW.

Die Abendkochspitze liegt im Dezember 1,5 h später als die Netzspitze, sie fällt mit dieser nur in den Monaten März und September zusammen. Die Anlagekosten des Elektrizitätswerkes für die Niederspannungsverteilung, Hausanschlüsse und Steigleitungen bestätigten die von S c h ö n b e r g[3] angegebenen Mehrkosten von rd. 20 % gegenüber dem normalen Netzausbau.

Ein Vergleich der Stromabnahme ergab, daß in Graz normal elektrisierte Dreizimmerwohnungen derzeit durchschnittlich 150 kWh im Jahr abnehmen, wogegen die Siedlungswohnungen mit Vollherden, jedoch ohne Speicher, eine 8 ··· 10fache Steigerung aufweisen und Haushalte mit Speicher auf durchschnittlich 4000 kWh kommen, wovon etwa die Hälfte auf Nachtstrom entfällt. Die Stromeinnahmen aus vollelektrisierten Haushaltungen sind trotz der vorteilhaften Raumtarife auf das 3,5fache bzw. einschließlich Heißwasserspeichern auf das 5,5fache der Einnahmen aus gleichgroßen Durchschnittshaushaltungen gestiegen. Die Ergebnisse der elektrischen Küche in Graz erscheinen nach den bisher vorliegenden Erfahrungen günstig. (F. S e i d l, VEW-Nachr., Wien, Bd. 6, S. 93.) *Sb.*

Bergbau und Hütte.

Bemessung der Motoren für Elektrorollen. — Rollgänge müssen zur Vermeidung unnötig langer Steck- und Handzeiten das Walzgut mit einem Mindestaufwand an Zeit beschleunigen und befördern. Diese Bedingungen können von einzeln angetriebenen Rollen nicht in der gleichen Weise erfüllt werden wie von Rollgängen mit Gruppenantrieb; die Arbeitszeiten sind im letzteren Falle kürzer. Da zwischen den einzelnen Elektrorollen keine mechanische Kupplung vorhanden ist, fehlt der Ausgleich der Teilbeschleunigungskräfte für den Antrieb. Der von der einzelnen Rolle zu leistende Anteil an Beschleunigungsarbeit für den Walzstab nimmt mit der Länge der Walzader und der Anzahl der belasteten Rollen ab. Da auch die bis zum Eintritt der Schleudergrenze zulässige Umfangskraft am Rollenmantel mit dem Normaldruck des Stabes auf die Rolle sinkt, muß das Anlaßdrehmoment bei länger werdender Walzader vermindert werden, wenn man mit Elektrorollgängen kleinstmögliche Beschleunigungszeiten erreichen will. Die zur Verwendung kommenden Kurzschlußankermotoren gestatten aber keine Regelung des Anlaßdrehmoments; sowohl bei diesen als auch bei Motoren mit Stromverdrängungs- oder Doppelkäfigankern ist der Verlauf des Drehmoments während des Anlaufes vollständig unabhängig vom Lastmoment. Man wählt daher das mittlere Anlaßdrehmoment so, daß die Umfangskraft am Rollenmantel entweder gleich der Reibkraft ist, die sich aus dem Reibungskoeffizienten und dem Normaldruck eines kurzen Blockes ergibt oder gleich der Reibkraft, die sich aus dem Normaldruck der langen Walzader ergibt. Im ersten Fall ist eine rasche Beschleunigung des kurzen Blockes möglich, während bei späteren Stichen eine gleitende Reibung und damit eine Verlängerung der Beschleunigungszeit eintritt. Im zweiten Fall verzögert sich die Beschleunigung der kurzen Walzader bei den ersten Stichen, da das Motormoment für die bei hohem Normaldruck mögliche Beschleunigungskraft nicht ausreicht. Die Verwendung von Elektrorollen führt zwangsläufig zur Anwendung leichter Rollen mit kleinem Durchmesser, da erst dann ihre Hauptvorteile, nämlich geringe Anschaffungskosten und niedriger Arbeitsaufwand, voll zur Geltung kommen. (M. F i s c h e r, Stahl u. Eisen Bd. 51, S. 1591.) *Ka.*

Fernmeldetechnik.

Über den Einfluß des Rasters bei der Bildtelegraphie. — Eine Untersuchung von P. A r e n d t befaßt sich mit dem Einfluß des Rasters bei Textübertragungen und seinem Einfluß bei Bildübertragungen als solchen. Vor allem wird die Frage untersucht, ob und inwieweit es möglich ist, durch Verkleinerung der Vorlage vor der Übertragung und durch entsprechende Vergrößerung des erhaltenen Bildes nach der Übertragung Zeit und Leitungskosten zu ersparen. Die Versuche wurden demnach in der Weise durchgeführt, daß verschiedene Vorlagen verkleinert und nach der Übertragung wieder durch Vergrößerung auf die ursprüngliche Größe gebracht wurden.

Diese Versuche, bei Anwendung verschiedener Raster und bei den dazugehörigen Geschwindigkeiten durchgeführt, zeigten zunächst, daß es bei Textübermittlungen völlig gleichgültig ist, welcher Raster zur Übertragung der Schrift benutzt wird, wenn man auf der Sendeseite höchstmögliche Verkleinerung anwendet. Es wird hierbei der vielfach verbreiteten irrigen Ansicht entgegengetreten, daß man auf der Sendeseite beliebig verkleinern könne, wenn nach dem Empfang eine entsprechende Vergrößerung vorgenommen wird. Die zulässige Verkleinerung ist vielmehr durch die erforderliche Lesbarkeit gegeben — als Kriterium für die Übertragungsgüte wurde die Textlesbarkeit gewählt —, und letztere bedingt wiederum eine bestimmte Mindestzahl von Bildelementen je Buchstabe, die mit rd. 40 angegeben wird. Als höchstmögliche Wortgeschwindigkeit s_{max} je min erhält der Verfasser 220 Wörter — bei der üblichen Übertragungsgeschwindigkeit von ¼ dm²/min — oder 880 v, wenn mit v die Übertragungsgeschwindigkeit in dm²/min bezeichnet wird. Die Formel ist dann noch umgeformt in $s_{max} = 35\,x^2\,v$, um die Abhängigkeit des Rasters zu zeigen; Voraussetzung hierfür ist aber, daß das jeweils übertragene Frequenzband gleiche Breite aufweist, daß somit bei einer Vergröberung des Rasters auch eine entsprechende Vergrößerung der Geschwindigkeit vorgenommen wird.

Zu den vom Verfasser niedergelegten Versuchsergebnissen ist allgemein zu sagen, daß die Versuche im Kurzschluß durchgeführt wurden und somit nur für ideale Übertragungen gelten. Bei Leitungsübertragungen bedingen andere Faktoren (Einschwingvorgänge, Störungen) eine wesentlich höhere Mindestzahl von Bildelementen je Buchstabe.

Der zweite Teil der Untersuchung über den Einfluß des Rasters bei der Übermittlung von getönten Bildern kommt zu einem analogen Schluß: auch hier unabhängig vom Raster eine Mindestzahl von Bildelementen je Flächeneinheit, die mit 5 ... 10 · 10⁵ Elementen für ein Format von 18 · 26 cm angegeben wird. Dies Ergebnis ist natürlich subjektiv und stützt sich auf die Erfahrung eines über

[1] Vortrag von Dipl.-Ing. F. Seidl, gehalten auf einer Werbetagung des Landesverbandes der E. W. Steiermarks am 6. V. 1932 in Graz.
[2] 1 RM = 1,70 Schilling.
[3] M ö r t z s c h, ETZ 1931, S. 961; S c h ö n b e r g, ETZ 1929, S. 1689.

1 Jahr dauernden Pressebetriebes, ist somit im Gegensatz zu dem 1. Teil der Untersuchung auf praktische Leitungsübertragungen aufgebaut. (P. Arendt, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 7, S. 72. [RPZ.]) *Wz.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Abhängigkeit der Durchbruchspannung einer Gasstrecke von der Temperatur. — Zur Feststellung des Einflusses der Temperatur auf die Durchbruchspannung von Gasen wurde eine Funkenstrecke mit zwei Kugeln von 20 mm Dmr. in ein Quarzgefäß eingebaut, das durch eine Heizwicklung bis auf 1000 ° C gebracht werden konnte. Gleichzeitig konnte der Druck in den Grenzen 0,25 ··· 2 ata verändert werden. Die Funkenstrecke lag an einem einpolig geerdeten Transformator 75/20 000 V, dessen Unterspannung zur Feststellung der Durchbruchspannung abgelesen wurde; die Frequenz betrug 51,5 Hz. Die Temperatur wurde durch ein in den Schlagraum zwischen den Kugeln eingebrachtes Thermoclement (Pt-PtRh) gemessen. Die Schlagweite wurde zwischen 4 und 10 mm verändert; die Versuche wurden in Wasserstoff und in Stickstoff mit Kugeln aus Kupfer und Nickel vorgenommen. Es zeigte sich, daß alle Meßwerte linear von der Gasdichte abhängen, ohne daß die Temperatur einen eigenen Einfluß als den der Dichteänderung ausübt. Ein Einfluß des Kugelwerkstoffes war nicht festzustellen; auch waren in den beiden Gasen die Erscheinungen die gleichen. Abb. 2 zeigt

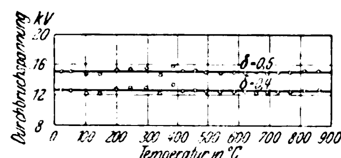


Abb. 2. Zusammenhang zwischen Durchbruchspannung (Schlagweite 5 mm zwischen 20 mm-Kugeln) und Temperatur bei gleichbleibender Luftdichte δ.

für die Gasdichte 0,4 und 0,5 in Wasserstoff die Durchbruchspannung in kV für 5 mm Schlagweite abhängig von der Temperatur; es ergeben sich daraus zur Abszissenachse parallele Gerade, so daß in dem durchmessenen Bereich zwischen 0 und 900 ° C die Durchbruchspannung als lediglich von der Gasdichte abhängig anzusehen ist. Bei höheren Temperaturen wurden — wahrscheinlich infolge schwach erhöhter Ionisation im Schlagraum — gleichmäßigere Spannungswerte gemessen als bei Raumtemperatur. Bestrahlung ergab keine geringeren, sondern lediglich gleichmäßigere Überschlagsspannungen. (H. C. Bowker, Proc. Phys. Soc. Bd. 43, S. 96.) *Stk.*

Hochspannungstechnik.

Eichung von Kugelfunkenstrecken. — Zwei Kugelfunkenstrecken von 20 und 62,5 mm Kugel-Dmr. wurden eingehend geeicht und zur Feststellung der Auswirkung verschiedener Einflüsse auf die Überschlagspannung herangezogen. Der benutzte 10 kVA-Transformator für 440/82 000 V zeigte ein auf ± 0,8 ‰ gleichbleibendes Übersetzungsverhältnis, da er auf der Oberspannungseite mit einem Meßkondensator von 90 µµF belastet blieb, demgegenüber die sonstigen Kapazitätsänderungen im Meßkreis bedeutungslos wurden. Eine Anzapfung an der Oberspannungswicklung erwies ebenfalls gleichbleibendes Spannungsverhältnis. Änderungen der Kurvenform sowie der Frequenz zwischen 40 und 60 Hz änderten diese Verhältnisse der (effektiven) Spannungen nicht. Auch ein Vergleich der vom Hochspannungskondensator aufgenommenen Ströme mit der Unterspannung zeigte völlig gleichbleibendes Übersetzungsverhältnis.

Die zu verschiedenen Anzapfungen des dem 10 kVA-Umspanner vorgeschalteten Spartransformators gehörenden Werte des Scheitelfaktors wurden mittels Kontaktscheibe nach Joubert aufgenommen. Die Frequenz wurde mit Schwebungsmessung und mit stroboskopischer Scheibe gemessen. Alle Spannungsmesser wurden gegen ein Normalelement geeicht, so daß aus der abgelesenen Unterspannung mit etwa 0,2 % Sicherheit auf den Scheitelwert der Oberspannung geschlossen werden konnte.

Der Aufbau des Hochspannungskondensators sowie der beiden senkrecht stehenden Meßfunkenstrecken wird ausführlich dargelegt. Die verwendeten Widerstände hatten keinen Einfluß auf die Überschlagspannung, wenn sie nicht mehr als 2 Ω/V besaßen. Kohlenstoffwiderstände und Graphitschichten neigten aber zu Überschlägen, die die Widerstände beschädigten und oft zwischen den Kugeln einen Lichtbogen stehen ließen. In Übereinstimmung mit früheren Versuchen der Thomson Houston Co. wurde festgestellt, daß die Zuleitung zur oberen, Spannung führenden Kugel bei beiden Kugeldurchmessern etwa 50 cm weit senkrecht geführt werden sollte, um Einflüsse zu vermeiden. Aus dem gleichen Grunde sollen andere Hochspannung führende Leiter nicht näher als ¾ ... 1 m an diese Funkenstrecke herangebracht werden. Nichtleiter üben einen geringeren Einfluß aus, wenn sie keine halbleitenden Oberflächenschichten besitzen. Die Erdplatte soll wenigstens 1000 mm Dmr. haben, die geerdete Kugel 4 ··· 5 Kugel-Dmr. darüber liegen.

Gleichbleibende Überschlagswerte lassen sich an fein polierten, aber nicht völlig glatten Kugeln erzielen; es kommen hier bei verschiedenen Vorbehandlungen Unterschiede bis zu 4 % vor, die aber praktisch als erträglich anzusehen sind. Belichtung mit Bogenlampenlicht aus 90 cm Entfernung setzt die Überschlagspannung der Kugeln bis zu 2 % (550 V) herab. Wirksam ist nur der kurzwellige Teil des Spektrums (220 ··· 320 mµ), der besonders stark an Kohlen mit Wolfram enthaltendem Kern auftritt; eine Glasplatte im Strahlengang verschluckt jedoch praktisch alle wirksamen Wellenlängen. Mit zunehmender Stärke der kurzwelligen Bestrahlung sinkt die Überschlagspannung der Funkenstrecke. Eine Lichtbestrahlung der Funkenstrecke wird für weniger empfehlenswert gehalten als die bequemere Ionisation durch schwach glimmende Zuleitungen. Übrigens wird der Einfluß der Bestrahlung deutlicher bei Kugeln aus Messing oder Stahl als bei den auch sonst für besonders günstig gehaltenen Kugeln aus Phosphorbronze. Flußstahlkugeln gaben durchweg etwas niedrigere Überschlagspannungen.

Der Einfluß der Luftbedingungen wurde an den 20 mm-Kugeln in einer Glasflasche untersucht. Bei wechselnder Luftfeuchtigkeit schwankt die Überschlagspannung merklich, was aber zum Teil auf Einflüsse seitens der Glaswandung zurückgeführt werden kann. Leichter Rauch (von verbrennendem Holz) drückte die Überschlagspannung unbedeutend, dicke Rußschwaden (von verbrennendem Paraffinöl) wirkten etwas stärker (ungefähr 2 % Senkung). Schwefeldioxyd hingegen ergibt eine Erhöhung der Überschlagspannung um vielleicht 4 %, wobei die höhere Durchschlagfestigkeit wie auch die trocknende Wirkung des Anhydrids ins Spiel kommen kann. Einen größeren Einfluß hatte Rauch von verbranntem Magnesium, zumal bei feuchter Luft: es schlugen sich Magnesiateilchen auf der Oberfläche nieder, die nicht (wie z. B. Kohlenstäubchen) durch Überschläge weggebrannt werden.

Die Messungen ergeben Eichwerte für die genannten senkrechten Funkenstrecken gemäß nachstehender Zahlentafel.

Kugel-Dmr. 20 mm		Kugel-Dmr. 62,5 mm	
Schlagweite cm	Überschlagspannung kV_{eff}	Schlagweite cm	Überschlagspannung kV_{eff}
0,4	10,25	0,5	12,05
0,6	14,3	1,0	22,2
0,8	18,1	1,5	32,0
1,0	21,6	2,0	40,4
1,2	24,55	3,0	54,4
1,5	27,6	4,0	64,0
		5,0	71,1
		6,5	79,3

Es besteht gute Übereinstimmung mit früheren Messungen der Thomson Houston Co., nur in den unteren Bereichen mit denen von Klemm[1]; größere Unterschiede treten gegenüber den amerikanischen Eichungen auf. Für die Messungen wird empfohlen, Überschläge solange auszuführen, bis gleichbleibende Werte erhalten werden. Die Kugelschäfte sollen nicht mehr als ⅕ (der VDE schreibt ⅒ vor) des Kugeldurchmessers betragen. Besonders ist zu beachten, daß sowohl sehr hohe und niedrige Feuchtigkeitsgrade wie auch rasche Wechsel in der Luftfeuchtigkeit die Überschlagwerte stark beeinflussen können. (S. Whitehead u. A. Castellain, J. Instn. electr. Engr. Bd. 69, S. 898.) *Stk.*

Werkstatt und Baustoffe.

Die elektrische Festigkeit des ölimprägnierten Holzes. — In den Bergmannmitteilungen untersucht Rebhan die isolierenden Eigenschaften des unter Vakuum mit Transformatorenöl imprägnierten Rotbuchenholzes, das als Werkstoff in Transformatoren und Apparaten verwendet wird. Die Ursachen für die starke Streuung der Festigkeitswerte bei den Durchschlagsversuchen werden zum Teil darin gefunden, daß Kernholz eine um etwa 20 % kleinere Festigkeit hat als das Splintholz, das die Gefäße, d. h. die Adern für den Feuchtigkeitstrom des Wassers enthält und deshalb leichter imprägnierbar ist. Die große Streuung der Versuchspunkte läßt sich daher

[1] Klemm, Arch. Elektrotechn. Bd. 12, S. 553 (1923).

zu einem Teil vermindern, wenn mit Holz gearbeitet wird, das etwa aus den gleichen Jahresringen stammt. Sogenanntes „Schutzholz“, d. h. Holz, das in einem Abwehrprozeß gegen eindringende Pilzfäden verhärtet und seine Poren mit Holzgummi verstopft, ist schwer imprägnierbar und hat dementsprechend eine noch tiefer liegende elektrische Festigkeit. Es ist nach dem Imprägnieren leicht an seiner sehr hellen Farbe erkennbar und sollte für Isolierzwecke ausscheiden. Bei einwandfreiem Holz und guter Imprägnierung ist eine elektrische Festigkeit von etwa 30 kV/mm erreichbar, also ein Wert, der etwa gutem Preßspan und Hartpapier entspricht. Diese Ergebnisse wurden erhalten bei 90 ° C zwischen einer in das Holz eingebetteten Kugel von 20 mm Dmr. und einer Platte als Elektroden. Die Richtung der Beanspruchung ging quer zur Faser, die geprüfte Schichtstärke war 2 mm. Längs der Faser sind nur wesentlich geringere Festigkeiten erreichbar. Unter den gleichen Prüfbedingungen ergaben sich von 4 bis 15 mm Schichtstärke Festigkeitswerte, die von 14 bis 9 kV/mm abnehmen. In den Zwischengebieten zwischen reiner Längs- und reiner Querbeanspruchung liegen die in Abb. 3 gezeigten Werte. Der Einfluß der Temperatur wurde zwischen 20 ° und 90 ° C untersucht. Es ergibt sich bei 40 ° eine geringe Abnahme, von da ab eine geringe Zunahme der elektrischen Festigkeit. Bemerkenswert ist, daß ungenügend imprägniertes und mangelhaft entfeuchtetes Holz bei 20 ° C die gleiche elektrische Festigkeit hat wie gutes Holz. Seine schlechten isolierenden Eigenschaften treten bei dieser Temperatur erst bei einem Dauerversuch in Erscheinung. Mit wachsender Temperatur nimmt dagegen auch bei kurzzeitiger Spannungseinwirkung die Festigkeit rasch ab. Sie beträgt bei 90 ° C fast nur mehr ⅕ des Ausgangswertes. (J. Rebhan, Bergmann-Mitt. Bd. 8, S. 109.) *Sb.*

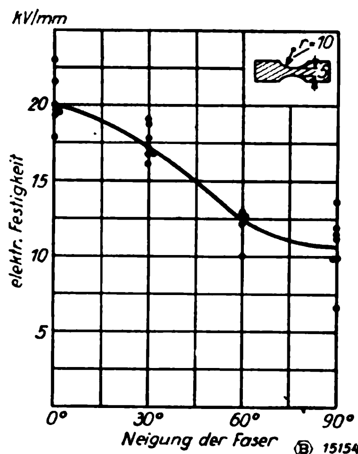


Abb. 3. Elektrische Festigkeit des Holzes in den Zwischenstufen zwischen reiner Quer- und reiner Längsbeanspruchung.

Verschiedenes.

Zusammenschluß der Wirtschaftsingenieure Technischer Hochschulen. — Die aus dem wirtschaftlich-technischen Studium der Technischen Hochschulen zu Berlin, Dresden und München hervorgegangenen Diplom-Ingenieure, Diplom-Volkswirte und Diplom-Wirtschafter haben sich im Verband deutscher Wirtschafts-Ingenieure e. V. (VWI) zusammengeschlossen. Der Verband macht es sich zur Aufgabe, die gemeinsamen Berufs- und Standesinteressen durch Gemeinschaftsarbeit, wissenschaftliche Veranstaltungen, Erwerbsvermittlung usw. zu fördern und alle wirtschaftlich tätigen Ingenieure zu vereinigen. Die Geschäftstelle des Verbandes befindet sich in der Technischen Hochschule, Berlin-Charlottenburg. *of*

Ingenieurtagungen. — Eine Wissenschaftliche Tagung des Vereines deutscher Ingenieure am 15. u. 16. X. d. J. in der T. H. Berlin ersetzte die übliche jährliche Hauptversammlung. Den Hauptvortrag „Maschine und Arbeitslosigkeit“ hielt E. Heidebroek, Dresden. Aus den 13 Vorträgen auf verschiedenen Fachgebieten sei der von E. Lehr, Berlin, zur „Schwingungsmeßtechnik“ erwähnt, in dem u. a. auf den neuen Beschleunigungsmesser von Langer und Thomé eingegangen wurde, der von S & H zur nahezu selbsttätigen Auszählung der bei Verkehrserschütterungen aufgenommenen Häufigkeitskurven weiter entwickelt ist. Das Gerät ersetzt den Registrierfilm. Das Lärmproblem erörterte K. W. Wagner, Berlin. Durch einen neuen Geräuschmesser, der die Lautstärke in der Einheit „Phon“ angibt, kann auf Grund einer Lärmskala von 10 ··· 110 Phon einwandfrei festgestellt werden, ob ein bestimmtes Geräusch einen gegebenen Geräuschpegel ungebührlich überschreitet. Vorträge von E. Schmidt, Danzig, und M. Jakob, Berlin, brachten Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Wärmeübertragung und zum Vorgang beim Verdampfen und Kondensieren. Wesentlich unterstützt wurden die Versuche durch weitere Vervollkommnung elektrischer Meßverfahren, insbesondere in der Anwendung von Optik und Film, die dem Auge den Einblick in die zeitliche Folge der Vorgänge ermöglichen. Thermoelemente von $^1/_{50}$ mm Dmr. in Verbindung mit einem Fadenanemometer ermöglichen erst ein vollständiges Bild des ganzen Vorganges der Wärmeübertragung. Ein neues, sehr schnell und übersichtlich arbeitendes Meßverfahren ist das Schlierenverfahren, bei dem eine einzige photographische Aufnahme die Verteilung der Wärmeabgabe über eine beheizte Oberfläche gibt, was E. Schmidt anschaulich vorführte. Beim neuen „Velox-Dampferzeuger“, zu dem G. Noack, Baden (Schweiz), sprach, mit Heizöl-Druckfeuerung und Antrieb des Luftverdichters durch Abgasturbine strömen die Heizgase an den stehenden Wasserröhren mit 200 ··· 250 m/s entlang. Das mit Dampfblasen durchsetzte Wasser wird durch eine Umlaufpumpe umgewälzt, wobei sich eine Heizflächenbelastung zu 350 000 kcal/m² h ergibt. Der Dampfkessel erfordert demgemäß wenig Raum im Verhältnis zu seiner Leistung. Eine Anlage für 10 t/h Dampfleistung, 32 atü, 400 ° C Dampftemperatur ist seit längerer Zeit mit Erfolg im Betrieb. Mehrere Anlagen sind bereits im Bau, darunter eine mit 25 t/h Dampf für ein Eltwerk.

Mit dieser Tagung waren am 14. X. eine Feuerungstagung des Arbeitsausschusses Feuerungstechnik beim Reichskohlenrat und des Ausschusses für Dampfkesselfeuerungen beim VDI verbunden, auf der u. a. Schulte, Essen, über Anfahrversuche mit Steinkohlenfeuerungen nach 12stündigem Stillstand berichtete. Die kürzeste Zeit, um nach 12stündigem Stillstand auf Normallast zu kommen, ergab sich mit dem Zonenwanderrost mit Unterwind zu 2 min 37 s und stieg für aschereichere Kohlen auf 4 min 17 s. Bei der Kohlenstaubfeuerung erforderte das Anfahren mit Strahlungsheizfläche 3 min 37 s, ohne solche 9 min 31 s. Diese Ergebnisse sind in Verbindung mit den vorjährigen zur Elastizität der Dampfkessel bei plötzlich auftretendem Dampfverbrauch[1] von hoher Bedeutung für die Frage, ob Kraftwerk mit Speicher oder hochüberlastbares Kraftwerk bei Betrieben mit erheblichen Spitzenbelastungen zu wählen sind. Wellmann ging in der Aussprache hierauf ein. Die Anlagekosten je Spitzen-kW werden bei hochüberlastbarem Kraftwerk nicht unerheblich geringer. Die Spitzenbreite ist nicht beschränkt. Die Dampfkesselanlage ist bei guter Feuerungsanlage hochwertig, hat aber bei Grundlast schlechteren Wirkungsgrad. Nur eine Dampfturbinenart ist vorhanden. Dagegen ist der Speicher in 30 s zuschaltbar, was für die Aufrechterhaltung der Frequenz beim Ausfall eines Kessels sehr wichtig ist. Der Speicher ist dann nicht mehr Spitzendecker, sondern Augenblicksreserve. Auch können die Betriebskosten mit Speicherbetrieb geringer sein.

Am gleichen Tage hielt die Vereinigung der Großkesselbesitzer ihre diesjährige Hauptversammlung ab. Auf dieser waren die Vorträge von Berthold und Hellmich der röntgenographischen Kesselprüfung gewidmet. In Zusammenarbeit der Vereinigung mit der Gesfürel-Loewe AG. und S & H wurde das Röntgenverfahren den besonderen Bedingungen der Kesselprüfung angepaßt. Die fahrbare Röntgenanlage von S & H mit 200 kV-Röhre, 10 mA, ermöglicht es, 80 mm dicken Stahl in 16 min zu durchleuchten. Zur Feststellung der Tiefenlage von Fehlstellen kann das Stereo-Verfahren mit Aufnahmen in 6,5 cm Abstand benutzt werden. Bei 25 mm starkem Werkstoff betragen die Kosten einer Aufnahme 7 RM/m², sind also im Verhältnis zum Objekt, wie z. B. Kesseltrommel, tragbar. Bei weiteren Vorträgen, z. B. über Schäden an den Einwalzstellen der Siederohre von Lupberger und von Thum trat erneut in Erscheinung, wie elastischer Bau des Kessels und geringe Beanspruchung der Werkstoffe zusammengehören, wenn der Kessel hohe Wechselbelastung aushalten soll.

Am 17. X. hielt die „Gemeinschaftsarbeit auf dem Gebiete der Korrosion und des Korrosionsschutzes“[2] ihre diesjährige Korrosionstagung ab, die in erster Reihe dem Anstrich als bisher immer noch bestem Korrosionsschutz gewidmet war. Erforderlich ist nur, daß jede Anstrichsart dem Verwendungszweck entsprechend gewählt und die Auftragfläche richtig vorbereitet wird. So kann nach den Ausführungen von E. K. O. Schmidt, Berlin, die Haftfestigkeit des Anstrichs auf das 9,5fache gesteigert werden, wenn das unbehandelte Eisenblech normal gesandet wird. Der Vortrag von H. Wolff, Berlin, über die Abgrenzung der Anwendungen von Öllack und Zelluloselack je nach der Eignung der Lackierung bei hoher Beanspruchung und Einfluß durch Witterung, wie es bei

[1] ETZ 1931, S. 978.
[2] ETZ 1931, S. 944; 1932, S. 320.

Fahrzeugen der Fall ist, ließ in der Aussprache erkennen, daß die Reichsbahn in der Beurteilung der Zelluloselackierung für ihre Wagen noch nicht zum Abschluß gelangt ist, da nicht nur die Beschaffungskosten an sich, sondern alle Kosten vom Ursprung bis zur Wiedererneuerung in die Betrachtung einzubeziehen sind. *Pge.*

Energiewirtschaft.

Aus der deutschen Elektrizitätswirtschaft.

Aus den Jahresberichten deutscher Elektrizitätswerke*.
(Die **fett**gedruckten Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1931
„ *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1930.)

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswerte	Elektrizitätswerk Schlesien AG.	Electricitätswerke Liegnitz	Niederschlesische Elektrizitäts-AG.	Überlandwerk Oberschlesien AG.	AG. Sächsische Werke	Sächsische Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft	Elektrizitätsverband Gröba[1]	Elektricitätswerk Crottorf AG.	Elektricitätswerk Riesa AG.
Art des Versorgungsgebietes bzw. der Gesellschaft		Überlandversorgung mit Großindustrie und Landwirtschaft	Stadt- und Überlandversorgung u. Straßenbahn	[1]	Stromverteilungsunternehmen für Großabnehmer und Landwirtschaft	beliefert einen großen Teil des Freistaates Sachsen	Spitzengesellschaft	Zweckverband. Landwirtschaftliche und Großabnehmer	Landwirtschaft und einige Großabnehmer	Stadtversorgung
A Technische Angaben										
I. Leistung der Eigenerzeugung	kW	**103 500** *103 500*	**15 200** *15 200*	**0**	**0** *0*	**457 191** *457 017*	Spitzengesellsch. für die Werke: Crimmitschau, Oberlungwitz, Schwarzenberg [1]	**40 500** *40 500*	**200** *200*	**500** *500*
II. Strommengen	10^3 kWh									
a) Eigenerzeugung	„	**188 178** *228 238*	**10 199** *19 355*	**0**	**0** *0*	**851 634** *935 239*		**82 836** *76 954*	**179** *341*	**0** *53*
b) Bezug	„	**40 694** *41 553*	**8 470** *906*	**58 973**	**67 682** *65 780*	**57 948** *112 367*		**88 189** *60 253*	**4 514** *4 785*	**2 286** *2 120*
c) Gesamtmenge	„	**228 872** *269 791*	**18 669** *20 261*	**58 973**	**67 682** *65 780*	**909 582** *1 047 606*		**171 025** *137 207*	**4 693** *5 126*	**2 286** *2 173*
III. Nutzbare Abgabe	„	**188 507** *225 691*	**14 078** *15 193*	**49 443**	**61 501** *59 687*	**715 685** *848 347*		**150 719** *121 298*	**3 631** *4 004*	**1 867** *1 754*
B Bilanz										
a) Aktiva										
I. Anlagevermögen	10^3 RM				[1]					
1. Kraftwerke einschl. Grundstücke und Gebäude	„	**71 234** *65 411*	*5 587* *5 429*	**16 516**	**17 275**[2] *15 709*	**343 486**[1] *341 447*[1]	**58 021** *57 648*	**16 790** *16 555*	**2 423**[1] *2 434*[1]	**1 238** *1 189*
2. Fortleitung und Verteilung einschl. Zähler	„							**20 223** *19 859*	**1 891** *1 910*	
3. Im Bau befindliche Anlagen	„	**2 240** *596*		**58**	**222** *1 179*	**796** *2 067*	— —	**424** *211*	**3** —	— *4*
4. Betriebs- und Geschäftsinventar	„	**0** *0*	**18** *14*	**227**	**0** *0*	**0** *0*	**0** *0*	**8 760** *8 781*	**19** *18*	— —
Summe I	„	**73 474** *66 007*	**5 605** *5 443*	**16 801**	**17 497** *16 888*	**344 282** *343 514*	**58 021** *57 648*	**46 197** *45 406*	**4 375** *4 362*	**1 238** *1 193*
Jahresunterschied	„ %	**+7 467**[1] *+ 11,3*	**+ 162** *+ 3*	— 	**+ 609** *+ 3,6*	**+ 768** *+ 0,2*		**+ 791** *+ 1,7*	**+ 13** *+ 0,3*	**+ 45** *+ 3,8*
II. Beteiligungen	10^3 RM	**184**[2] *873*	— —		— *24*	**24 462**[2] *21 553*	— —	— —	— —	— —
III. Umlaufsvermögen	10^3 RM									
1. Vorräte		**1 237** *1 977*	**194** *94*	**246**	**229** *276*	**1 576** *1 948*	**694** *879*	**533** *661*	**45** *56*	**34** *43*
2. Eigene Aktien	„	— —	— —	*815*[2]	**540**[3] —	— —	— —	— —	— —	— —
3. Forderungen										
a) an abhängige und Konzerngesellschaften	„	— —	— —	—	— —	— —	**4 736** *0*[2]	— —	— —	**27** —
b) an sonstige Schuldner	„	**2 510** *4 666*	**2 020**[1] *1 173*[1]	**1 551**	**1 657** *1 591*	**18 510** *20 966*	**2 922** *5 784*	**7 252** *7 647*	**599** *332*	**91** *132*
4. Sonstiges Umlaufsvermögen (Effekten, Bankguthaben, Kasse)	„	**34** *25*	**572** *1 290*	**429**	**256** *325*	**16 894** *17 390*	**841** *729*	**294** *100*	**313** *570*	**28** *33*
Summe III	„	**3 781** *6 668*	**2 786** *2 557*	**3 041**	**2 682** *2 192*	**36 980** *40 304*	**9 193** *7 392*	**8 079** *8 408*	**957** *958*	**180** *208*
Jahresunterschied	„ %	**— 2 887** *— 43,3*	**+ 229** *+ 9*		**+ 433** *+ 19,8*	**— 3 324** *— 8,3*	**+ 1 801** *+ 24,4*	**— 329** *— 3,9*	**— 1** *— 0,1*	**— 28** *— 13,5*
IV. Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**77 439** *73 546*	**8 391** *8 000*	**19 842**	**20 178** *19 103*	**405 723** *405 370*	**67 214** *65 040*	**54 275** *53 814*	**5 292** *5 318*	**1 416** *1 401*
b) Passiva										
I. Grundkapital	„	**30 300** *30 300*	**4 620** *4 620*	**14 000**	**8 000** *5 600*[4]	**100 000** *100 000*	**32 000** *32 000*	[2]	**4 800** *4 800*	**1 000** *1 000*
II. Reservefonds	„	**3 622**[3] *1 715*	**562** *515*		**357** *337*	**8 344** *8 056*	**3 540** *3 525*	**482** *276*	**115** *96*	**11** *8*
III. Rückstellungen	„	**6 034**[4] *1 855*[4]	**500** *500*	**4 303**	**4 400** *3 927*	**6 500**[3] **0**	**19 440** *17 470*	**3 642** *3 691*	— —	**143** *125*
IV. Wertberichtigungsposten	„		**1 075** *899*			**96 100** *84 500*		**18 539** *16 795*		
V. Verbindlichkeiten										
1. an abhängige und Konzerngesellschaften	„	— —	— —	—	— —	— —	— —	— —	— —	**65** —
2. aus Anleihen	„	**26 874** *27 294*	— —	—	**6 943** *8 883*	**163 796** *166 277*	**6 146** *6 541*	**29 987** *30 280*	— —	**103** *103*
3. Sonstige	„	**10 388** *12 382*	**1 120** *877*	**973**		**30 145** *41 158*	**4 090** *3 500*	**1 627** *2 728*	**110** *52*	**40** *112*
Summe V	„	**37 262** *39 676*	**1 120** *877*	**973**	**6 943** *8 883*	**193 941** *207 435*	**10 236** *10 041*	**31 614** *33 008*	**110** *52*	**208** *215*
Jahresunterschied	„ %	**— 2 414** *— 6,1*	**+ 243** *+ 27,7*		**— 1 940** *— 21,8*	**— 13 494** *— 6,5*	**+ 195** *+ 1,9*	**— 1 394** *— 4,2*	**+ 58** *+ 111*	**— 7** *— 3,3*
VI. Reingewinn	10^3 RM	**222**	**514**	**566**	**479**	**839**	**1 998**	**0**[3]	**267**	**55**
Dividende	%	**0**	*10*	*5,5*	*6*	*0*	*6*		*5*	*5*
	10^3 RM	**0**	**589**		**356**	**5 380**	**2 003**	**47**[3]	**370**	**54**
	%	*0*	*10*		*6*	*7*	*6*		*7*	*5*
Bilanzschlußzahl	10^3 RM	**77 439** *73 546*	**8 391** *8 000*	**19 842**	**20 178** *19 103*	**405 723** *405 370*	**67 214** *65 040*	**54 275** *53 814*	**5 292** *5 318*	**1 416** *1 401*

* Vgl. ETZ 1932, S. 898.

a	b	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Firma	Einheitswerte	Elektrizitätswerk Schlesien AG.	Electricitätswerke Liegnitz	Niederschlesische Elektrizitäts-AG.	Überlandwerk Oberschlesien AG.	AG. Sächsische Werke	Sächsische Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft	Elektrizitätsverband Gröba[1]	Elektricitätswerk Crottorf AG.	Elektrizitätswerk Riesa AG.
Art des Versorgungsgebietes bzw. der Gesellschaft		Überlandversorgung mit Großindustrie und Landwirtschaft	Stadt- und Überlandversorgung u. Straßenbahn	[1]	Stromverteilungsunternehmen für Großabnehmer und Landwirtschaft	beliefert einen großen Teil des Freistaates Sachsen	Spitzengesellschaft	Zweckverband. Landwirtschaftliche und Großabnehmer	Landwirtschaft und einige Großabnehmer	Stadtversorgung
C Gewinn- und Verlustrechnung										
a) Aufwendungen	10^3 RM									
I. Ausgaben für										
1. Betrieb	,,	} 4 160 *3 916*	534[2] *631*	} 678[3]	} 601[5] *591[5]*	} 1 373[4] *1 370[4]*	227 *323*	4 489 *4 730*	} 737[2] *700[2]*	239 *236*
2. Sonstiges	,,		—[2] *541*				7 898 *439*	71 *33*		101[1] *116[1]*
II. Abschreibungen	,,	3 402 *1 300*	— —	395	729 *742*	15 155 *13 608*	2 287 *2 273*	2 273 *2 177*	119 *113*	49 *49*
III. Zinsen	,,	—	} 640 *738*	} [3]	494 *453*	10 387 *11 968*	403 *415*	1 945 *1 789*	} [2]	9 *5*
IV. Steuern	,,	1 330 *2 222*			[5] [5]	1 670 *1 662*	1 824 *1 738*			—[1] —[1]
Summe a	,,	8 892 *7 438*	1 174 *1 910*	1 073	1 824 *1 786*	28 585 *28 608*	12 639 *5 188*	8 777 *8 728*	856 *813*	398 *406*
Jahresunterschied	,, %	+ 1 454 + *19,5*			+ 38 + *2,1*	— 23 — *0,1*		+ 49 + *0,6*	+ 43 + *5,3*	— 8 — *2*
V. Reingewinn (+)	10^3 RM	222 *0*	514 *589*	566	479 *356*	839 *5 380*	1 998 *2 003*	— —	267 *370*	55 *54*
Jahresunterschied	,, %	+ 222	— 75 — *12,8*		+ 123 + *34,6*	— 4 541 — *84,5*	— 5 — *0,3*		— 103 — *27,8*	+ 1 + *1,9*
Bilanzschlußzahl	10^3 RM	8 892 *7 438*	1 688 *2 499*	1 639	2 302 *2 142*	29 424 *33 988*	14 638 *7 192*	8 777 *8 728*	1 123 *1 183*	454 *459*
b) Erträgnisse										
I. Betriebseinnahmen aus										
1. Stromverkauf				} 1 613[4]				8 343[4] *8 269[4]*	988 *1 044*	} 453 *458*
2. Installationen			} 1 633[2] *2 445[2]*		} 2 262[6] *2 129[6]*		} 14 626[3] *7 182[3]*		9 *25*	
3. Sonstigem				13[5]				78 *120*	73 *72*	— —
Summe I	,,	} 8 892[5] *7 438*	1 633 *2 445*	1 626	2 262 *2 129*	} 29 240[5] *29 289[5]*	14 626 *7 182*	8 421 *8 389*	1 070 *1 141*	453 *458*
Jahresunterschied	,, %				+ 133 + *6,3*			+ 32 + *0,4*	— 71 — *6,2*	— 5 — *1,1*
II. Beteiligungen	10^3 RM		— —	—	— —		— —	— —	— —	— —
III. Vortrag und Sonstiges	,,		55 *53*	13	40 *13*	184 *4 699*	12 *10*	356 *340*	53 *42*	1 *1*
Summe b)	,,	8 892 *7 438*	1 688 *2 499*	1 639	2 302 *2 142*	29 424 *33 988*	14 638 *7 192*	8 777 *8 728*	1 123 *1 183*	454 *459*
Jahresunterschied	,, %	+ *1 454* + *19,5*			+ 160 + *7,5*	— 4 564 — *13,4*		+ 49 + *0,6*	— 60 — *5,1*	— 5 — *1,1*
Bilanzschlußzahl	10^3 RM	8 892 *7 438*	1 688 *2 499*	1 639	2 302 *2 142*	29 424 *33 988*	14 638 *7 192*	8 777 *8 728*	1 123 *1 183*	454 *459*

Bemerkungen:

Zu I.

1 Der Zuwachs ist in der Hauptsache durch die infolge der Fusion mit der Niederschlesischen Elektrizitäts- und Kleinbahn AG. übernommenen Anlagen dieser Gesellschaft entstanden.

2 Der Rückgang ist in der Hauptsache durch Absetzung der in dem Vorjahre im Besitze gehabten Aktien der Niederschlesischen Elektrizitäts- und Kleinbahn entstanden.

3 Dem Reservefonds ist die aus dem Reservefonds der Niederschles. E- und Kl-Bahn AG. stammende Summe von 1,9 Mill RM zugeflossen.

4 Den Rückstellungen sind 3,18 Mill RM aus dem Reingewinn von 1931 und 1,0 Mill RM aus dem Fusionsgewinn zugeführt.

5 Die Passivseite der Gewinn- und Verlustrechnung enthält nur eine Buchung: per Betriebsgewinn und Zinsen.

Zu II.

1 In dieser Summe ist eine besondere Amortisationsfonds-Anlage von 1,135 (0,867) Mill RM enthalten.

2 Für das Jahr 1930 gibt die Gewinn- und Verlustrechnung auf der Aktivseite die Betriebsausgaben gesondert an und führt auf der Passivseite die Betriebseinnahmen auf, während für 1931 nur das Betriebsergebnis gebucht ist.

Zu III.

1 Die Gesellschaft wurde im Mai 1931 von dem Provinzialverband Niederschlesien und der Elektrowerke AG. gegründet; jeder der Gründer übernahm die Hälfte des Grundkapitals. Die Gesellschaft ist ein reines Stromverteilungs-Unternehmen ohne Eigenerzeugung. Die Stromversorgung erfolgt nach einem mit dem Provinzialverbande abgeschlossenen Vertrage aus den Wasserkraftwerken der Provinz.

Die Gesellschaft hat mit Wirkung vom 1. XI. 1931 das vom Provinzialverband Niederschlesien bisher unter dem Namen Provinzial-Elektrizitätswerk betriebene Unternehmen, soweit es sich um die Fortleitungs- und Verteilungsanlagen handelt, übernommen. Das Provinzial-E-W bleibt als stromerzeugendes Unternehmen bestehen.

2 Rückständige Einlagen auf das Aktienkapital.

3 Die Summe gibt die allgemeinen Unkosten einschl. Zinsen und Steuern an.

4 Die Summe gibt den gesamten Betriebsüberschuß an.

5 Grundstückserträge.

Zu IV.

1 Das Unternehmen gehört zu 74 % der Elektrowerke AG., zu 26 % der Kommunalen Kraftwerke Oppeln AG.

2 Die Zahl enthält außer den Stromfortleitungs- und Verteilungsanlagen eine Summe von 0,113 (0,104) Mill RM für Grundbesitz.

3 Rückständige Einlage auf das erhöhte Aktienkapital.

4 Das Aktienkapital von 4,8 Mill RM wurde auf 8 Mill RM erhöht; 25 % = 0,8 Mill RM wurden am 1. XI. 1930 eingezahlt.

5 Handlungsunkosten und Steuern.

6 Betriebsüberschuß.

Zu V.

[1] Die Summe setzt sich zusammen aus:

a) Elektrizitätsanlagen . .	226,359	(223,700)	Mill RM
b) Grundstücke und Verwaltungsgebäude	27,501	(27,446)	„ „
c) Kohlenunterirdisches . .	11,963	(12,696)	„ „
d) Braunkohlenwerke . . .	73,562	(73,557)	„ „
e) Steinkohlenwerk	4,101	(4,048)	„ „

[2] Die Erhöhungen der Beteiligungen um 2,909 Mill RM ist in der Hauptsache bedingt durch Übernahme einer Beteiligung am „Thüringer Werk", eine Resteinzahlung von der AG. obere Saale in Weimar und Ankauf eines Postens Elektra-Aktien.

[3] Sonderrücklage

[4] Allgemeine Unkosten.

[5] Geschäftserträgnis.

Zu VI.

[1] Die technischen Angaben sind nicht aufgenommen, da sie sich auf die drei angegebenen Werke beziehen.

[2] Sind in der Bilanz für 1930 in „sonstige Schuldner" enthalten.

[3] Dieser Posten ist rd 7 Mill RM höher als 1930, da in 1931 die Einnahmen aus Stromlieferung, Installationsgeschäft und Zinsen, 1930 dagegen nur der Geschäftsgewinn angegeben ist.

Zu VII.

[1] Die Bilanz enthält auch das Gasgeschäft.

[2] Als Zweckverband ist kein Aktienkapital gebucht.

[3] Gewinnvortrag.

Zu VIII.

[1] In der Summe sind die Werte der Konzessionen enthalten.

[2] Die Zahl gibt die gesamten Geschäftsunkosten einschl. Zinsen und Steuern an.

Zu IX.

[1] Die Summen enthalten: Allgemeine Unkosten, Steuern und vertragliche Abgaben. *Trb.*

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Jahresbeitrag der inländischen Mitglieder für 1933.

Ermäßigung des Beitrags für persönliche Mitglieder von 30 RM auf 24 RM.

Der Mitgliedsbeitrag für das Jahr 1933 beträgt:

I. für persönliche inländische Mitglieder . . . . 24,— RM
für Jungmitglieder, die eine behördliche Studienbescheinigung für 1933 vorlegen . . . . 12,— „

II. für korporative inländische Mitglieder:
1. Behörden, Schulen, wissenschaftl. Vereine usw. . . . . 36,— „
2. Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatl. Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften usw., die beschäftigen:
a) bis 50 Angestellte und Arbeiter . 50,— „
b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter . . . . 75,— „
c) von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter . . . . 120,— „
d) von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter . . . . 150,— „
e) von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter . . . . 300,— „
f) von 1001 bis 2500 Angestellte und Arbeiter . . . . 450,— „
g) von 2501 bis 5000 Angestellte und Arbeiter . . . . 600,— „
h) von 5001 bis 10 000 Angestellte und Arbeiter . . . . 900,— „
i) von 10 001 bis 20 000 Angestellte und Arbeiter . . . . 1500,— „
k) über 20 000 Angestellte und Arbeiter . . . . 2400,— „ .

Die Beiträge werden bis spätestens 1. Dezember 1932 auf das Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein, Berlin Nr. 13 302 erbeten, da sonst die ordnungsmäßige Zustellung der ETZ über den 1. Januar 1933 hinaus nicht gewährleistet werden kann. Unsere ausländischen Mitglieder erhalten besondere Mitteilung.

Diejenigen Mitglieder, die Zahlungserleichterungen wünschen, werden gebeten, sich an die Geschäftstelle des Vereins zu wenden.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Einladung

zur Fachsitzung für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken (EVE) am Dienstag, dem 22. November 1932, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Obering. Dipl.-Ing. von Wiarda über das Thema: „Erfahrungen des Kabelnetzbetriebes der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke AG."

Inhaltsangabe:

1. Maßnahmen zur Erhaltung der Betriebsicherheit der Gleichstromnetze.
Kabelprüfungen, Verhinderung von Kabelbränden, Verbesserung der Kabelkästen, Fehlerstatistik.
2. Erfahrungen aus dem Betrieb der Drehstrom-Niederspannungsnetze.
Fehlerursachen, Ausbrennfehler in Netzen mit Sicherungen, Maschennetzbetrieb, Schalthäufigkeit der Rückwattschalter.
3. Betrieb und Bau der Hochspannungskabelnetze, insbesondere des 30 kV-Kabelnetzes.
Beurteilung der verschiedenen Kabeltypen, Gesichtspunkte für die Kabelverlegung, Auswahl und Montage der Muffen, Ausbildung und Abdichtung der Endverschlüsse, Auswirkungen der laufenden Kontrolle der Kabel durch Verlustmessungen, 30 kV-Kabelkasten.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gastkarten für durch Mitglieder einzuführende Gäste sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins erhältlich. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", in Berlin-Charlottenburg, Bismarckstraße 1.

Fachausschuß für den Bau und Betrieb von Elektrizitätswerken.
Der Vorsitzende:
Dr. Rehmer.

Bibliothek.

Die Zeitschriften-Bibliothek, die der Elektrotechnische Verein im Lesesaal des Ingenieurhauses, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Straße 27, unterhält, wird unseren Mitgliedern erneut in Erinnerung gebracht und zu recht eifriger Benutzung empfohlen. Die Mitgliedskarte des EV berechtigt zum Eintritt in den Lesesaal des Ingenieurhauses und zur Benutzung aller dort verfügbaren Bücher und Zeitschriften, und zwar:

Montag, Dienstag, Donnerstag von 9 bis 19 Uhr,
Mittwoch und Freitag von 9 bis 21 Uhr,
Sonnabend von 9 bis 13 Uhr.

Die Bücher und Zeitschriften dürfen nur in der Bücherei selbst benutzt werden.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)
Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Kommission für Errichtungsvorschriften I.
Kommission für Errichtungsvorschriften II.
Kommission für Betriebsvorschriften.

Der Entwurf zu einer Erstfassung der „Vorschriften für den Hochspannungsschutz in nichtmedizinischen Röntgenanlagen" war in ETZ 1932, S. 251 u. ff. veröffentlicht.

Die gegen diese Veröffentlichung eingegangenen Einwände sind in ordnungsgemäßer Weise behandelt worden.

Der Vorstand hat auf Grund der ihm erteilten Vollmacht (siehe ETZ 1932, S. 756) die nachstehend veröffentlichte Fassung mit dem 1. April 1933 in Kraft gesetzt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Vorschriften für den Hochspannungsschutz in nichtmedizinischen Röntgenanlagen.

Aufgestellt vom Verband Deutscher Elektrotechniker in Zusammenarbeit mit der Deutschen Röntgen-Gesellschaft.

Inhaltsübersicht.

A. Bauvorschriften.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. April 1933 in Kraft[1].

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für nichtmedizinische Röntgenanlagen, die mit Gleichstrom oder mit Wechselstrom niederer oder mittlerer Frequenz betrieben werden und die betriebsmäßig

α) technischen Anwendungen der Röntgenstrahlen, z. B. dem Prüfen, Kennzeichnen oder Behandeln von Stoffen, Werkstücken, unlösbaren Verbindungen von Werkstückteilen, Gemälden und Handelswaren dienen,

β) zum Herstellen oder Prüfen von Röntgen- und Kathodenstrahlenröhren, Ventilröhren oder zum Prüfen von Röntgengeräten benutzt werden.

b) Diese Vorschriften gelten nicht für:

α) Anlagen in Laboratorien wissenschaftlicher Institute.

β) behelfsmäßige Anlagen in Laboratorien, in denen nur elektrotechnisch unterwiesene Personen tätig sind.

γ) Anlagen in technischen Laboratorien, die sich mit dem Entwickeln von Röntgenapparaten-, -röhren und -geräten beschäftigen.

δ) Röntgenapparate bei der vom Hersteller durchzuführenden Prüfung.

c) Die „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V. E. S. 2.", sowie die „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen" gelten nicht für nichtmedizinische Röntgenanlagen [siehe § 1 b) der V. E. S. 2.].

1. Im Gegensatz zu den mit Buchstaben bezeichneten grundsätzlichen Vorschriften enthalten die mit Ziffern versehenen Absätze Regeln, nach denen die Anlagen mit den üblichen Mitteln im allgemeinen auszuführen sind, wenn nicht im Einzelfalle besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Einteilung der Röntgenanlagen.

a) Die Röntgenanlagen lassen sich in die folgenden Klassen einordnen:

Klasse A: Röntgenanlagen, bei denen die sämtlichen Hochspannung führenden Teile allseitig mit einer elektrisch leitenden Hülle oder einer Schicht aus starrem Isolierstoff derart umgeben sind, daß das Berühren der Hülle oder Schicht auch bei der höchsten Betriebsspannung gefahrlos ist.

Klasse B: Röntgenanlagen, bei denen nur die im Arbeits- oder Prüfraum befindlichen Hochspannung führenden Teile wie in Klasse A geschützt sind.

Klasse Ca: Röntgenanlagen, bei denen die im Arbeits- oder Prüfraum befindlichen Hochspannung führenden Teile bis mindestens 2,5 m Höhe über dem Fußboden wie in Klasse A geschützt sind.

Klasse Cb: Röntgenanlagen, deren nicht nach Klasse A geschützten Hochspannung führenden Teile während des Betriebes durch elektrisch leitende Flächen unzugänglich gemacht sind.

Klasse D: Röntgenanlagen, bei denen im Prüfraum befindliche Hochspannung führende Teile frei zugänglich sind.

b) Sind in Röntgenanlagen die vom Röntgenapparat zur Röntgenröhre führenden Leitungen mit schmiegsamem Isolierstoff, jedoch nicht mit geerdeten, elektrisch leitenden Schutzhüllen umgeben, so gelten derartige Anlagen als Anlagen der Klasse A_1, B_1, Ca_1 oder Cb_1, wenn die übrigen Teile der Anlagen nach Klasse A, B, Ca oder Cb ausgeführt sind.

---

[1] Angenommen durch den Vorstand im Oktober 1932.

III. Bestimmungen.

§ 4.

Allgemeines.

a) Fahrbare und tragbare Röntgenanlagen sind nur zulässig, wenn sie den Klassen A, A_1, C_b oder C_{b_1} angehören.

Hierzu gehören nicht in Eisenbahnwagen fest eingebaute Röntgenanlagen.

b) In Verkaufsräumen aufgestellte Röntgenanlagen zum Prüfen von Handelswaren (z. B. Schuhen) sind nur zulässig, wenn sie der Klasse A angehören.

c) Röntgenanlagen der Klasse D sind nur für die in § 2a), β angegebenen Anwendungen zulässig.

A. Röntgenanlagen der Klassen A bis D.

§ 5.

Netzanschluß.

a) In die Zuleitungen zum Röntgenapparat sind die kleinsten betriebsmäßig zulässigen Sicherungen einzubauen.

b) Der Röntgenapparat muß an das Netz bei Gleichstrom und bei Einphasenstrom über einen 2-poligen, bei Drehstrom über einen 3-poligen Stecker oder Handschalter angeschlossen werden.

1. Bei fahrbaren und tragbaren Röntgenanlagen sollen zwangsläufig mit dem Anschluß an die Netzspannung die metallenen Gehäuseteile mit der Schutzleitung (Erdung, Nullung oder Schutzschaltung) verbunden werden.

c) Der Schalter gemäß b) muß in der Ausschaltstellung durch eine Sperrung oder durch die Schwerkraft festgehalten sein.

d) Für den Schutz gegen zufällige Berührung Spannung führender Teile auf der Netzseite der Röntgenanlage sind die „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V. E. S. 1" und die „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, L. E. S. 1." maßgebend.

§ 6.

Betriebsschalter.

a) Betriebsschalter müssen so gebaut und angeordnet sein, daß sie nicht unter dem Einflusse der Schwerkraft oder von Erschütterungen in die Einschaltstellung gelangen können.

B. Röntgenanlagen der Klassen A bis C_b.

§ 7.

Leitende Schutzfläche.

a) Als elektrisch leitende Schutzfläche ist auch ein Metallgitter oder -netz zulässig, das die zufällige Berührung Hochspannung führender Teile praktisch ausschließt.

b) Die elektrisch leitende Schutzfläche muß geerdet sein oder es muß ein Punkt des Hochspannungssystemes mit der Schutzfläche leitend verbunden und eine Vorkehrung getroffen sein, die den Übertritt der Oberspannung des Röntgenapparates zu den Unterspannungskreisen verhindert.

§ 8.

Fenster in Schutzhüllen.

a) Fenster in Schutzhüllen, durch deren Öffnen Hochspannung führende Teile der Anlage zugänglich werden, dürfen nur mit Werkzeug lösbar sein, oder es muß das Öffnen entweder nur im spannungslosen Zustande des Röntgenapparates möglich sein oder das Abschalten des Röntgenapparates bewirken.

§ 9.

Schutzhüllen aus Isolierstoff.

a) Die Schutzhülle aus starrem Isolierstoff samt der zwischen ihr und dem Hochspannungssystem befindlichen Luftschicht muß der Isolationsprüfung mit dem 1,25-fachen der höchsten gegen Erde möglichen Betriebsspannung standhalten.

1. Die Schutzhülle soll an jedem Punkt ihrer Außenfläche der Prüfung mit einer an sie herangebrachten geerdeten Kugel von höchstens 10 mm Durchmesser 1 min lang standhalten (Kugelprüfung).

b) Bei geerdetem Mittelpunkt des Hochspannungssystemes müssen die aus schmiegsamem Isolierstoff bestehenden nicht mit Metallbewehrung versehenen Umhüllungen betriebsmäßig zugänglicher Hochspannungsleitungen bei der Abnahme mindestens der 2-fachen, bei laufenden Prüfungen mindestens der 1,5-fachen zwischen Leitung und Erde betriebsmäßig vorkommenden Höchstspannung standhalten. Bei Fehlen der Erdung einer Stelle des Hochspannungssystemes muß mit der 1,25-fachen höchsten an den Polen der Röntgenröhre liegenden Betriebsspannung geprüft werden.

2. Die Prüfung hat sich auf die gesamte Länge der betriebsmäßig zugänglichen Hochspannungsleitungsstücke zu erstrecken.

Die zu prüfenden Hochspannungsleitungsstücke werden allseitig mit einem leitenden Stoff (z. B. Metallumkleidung, Wasser) umgeben. Die Prüfspannung ist zwischen diesen und den Leiter der Hochspannungsleitung zu legen.

Die Prüfdauer je Leitungsstück soll bei der Abnahme mindestens 30 min, bei laufenden Prüfungen mindestens 10 min betragen.

C. Röntgenanlagen der Klassen B bis D.

§ 10.

Kurzschließer.

a) In Röntgenanlagen mit einem oder mehreren Kondensatoren im Hochspannungskreis müssen Vorrichtungen zum Kurzschließen der einzelnen Kondensatoren vorgesehen sein.

§ 11.

Röntgenapparat.

a) Die zum Röntgenapparat führende Tür (Gittertür, Raumtür, Schranktür) muß verschließbar sein.

1. Empfohlen werden Einrichtungen, die beim Öffnen der Tür den Röntgenapparat spannungslos machen oder das Öffnen der Tür nur bei abgeschaltetem Röntgenapparat zulassen.

Wird beim Schließen der Tür die Hochspannung selbsttätig wieder eingeschaltet, so soll das beabsichtigte Offenhalten der Tür durch eine zuverlässige Vorrichtung gewährleistet sein.

b) Der Röntgenapparat muß vom Apparatraum aus spannungslos gemacht werden können.

D. Röntgenanlagen der Klassen C_a bis D.

§ 12.

Arbeitsraum.

a) Im Arbeitsraum muß eine optische oder akustische Signaleinrichtung vorhanden sein, die anzeigt, solange der Röntgentransformator eingeschaltet ist.

E. Röntgenanlagen der Klasse D.

§ 13.

Prüfkammern.

a) Prüfkammern, in denen freie Hochspannungsleitungen liegen, müssen mit einer Einrichtung gemäß § 11 1 versehen sein.

B. Betriebsvorschriften.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. April 1933 in Kraft[2].

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für nichtmedizinische Röntgenanlagen, die mit Gleichstrom oder mit Wechselstrom niederer oder mittlerer Frequenz betrieben werden und die betriebsmäßig:

α) technischen Anwendungen der Röntgenstrahlen, z. B. dem Prüfen, Kennzeichnen oder Behandeln von Stoffen, Werkstücken, unlösbaren Verbindungen von Werkstückteilen, Gemälden und Handelswaren dienen,

β) zum Herstellen oder Prüfen von Röntgen- und Kathodenstrahlenröhren, Ventilröhren oder zum Prüfen von Röntgengeräten benutzt werden.

b) Diese Vorschriften gelten nicht für:

α) Anlagen in Laboratorien wissenschaftlicher Institute.

β) Behelfsmäßige Anlagen in physikalischen oder chemischen Laboratorien, in denen nur elektrotechnisch unterwiesene Personen tätig sind.

γ) Anlagen in technischen Laboratorien, die sich mit dem Entwickeln von Röntgenapparaten, -röhren und -geräten beschäftigen.

δ) Röntgenapparate bei der vom Hersteller durchzuführenden Prüfung.

---

[2] Angenommen durch den Vorstand im Oktober 1932.

II. Bestimmungen.

§ 3.

Warnungsschilder.

a) Innerhalb jedes Raumes mit frei zugänglichen Hochspannung führenden Teilen sowie an der Außenseite der Zugangstür zu diesen Räumen sind Schilder mit der Aufschrift anzubringen:



b) In unmittelbarer Nähe des Hauptschalters ist ein Warnungsschild anzubringen, das darauf hinweist, daß er nur bei ausgeschaltetem Betriebsschalter eingelegt werden darf.

§ 4.

Berühren von Röntgenapparatteilen.

a) Vor jedem Berühren Hochspannung führender Teile von Röntgenanlagen muß man sich davon überzeugen, daß der Hauptschalter geöffnet ist.

b) Ist ein vom Arbeitsraum getrennter Apparatraum vorhanden oder der frei aufgestellte Röntgenapparat innerhalb des Arbeitsraumes durch ein Gitter oder Geländer unzugänglich gemacht, oder der Röntgenapparat in einem Schrank untergebracht, so muß die zum Röntgenapparat führende Tür verschlossen sein.

Der Schlüssel zu dieser Tür muß, sofern er nicht Bestandteil einer Blockierungsvorrichtung ist, von einer zuverlässigen Person verwahrt werden.

Der Röntgenapparat muß nach Betreten des Apparatraumes mit dem dort befindlichen Schalter ausgeschaltet oder kurzgeschlossen und geerdet werden, es sei denn, daß der Röntgenapparat im Betriebe beobachtet werden soll.

§ 5.

Berühren von freien Hochspannungsleitungen.

a) Auch wenn die Röntgenanlage hochspannungsfrei ist, berühre man niemals beide Hochspannungsleitungen gleichzeitig. Ferner achte man beim Berühren einer Hochspannungsleitung streng darauf, daß man nicht zufällig mit der anderen Hochspannungsleitung oder mit Erde in Berührung kommt.

b) Kondensatoren im Hochspannungskreis sind kurzzuschließen, bevor eine der Hochspannungsleitungen berührt wird.

§ 6.

Schutz unbenutzter Arbeitsplätze.

a) Sind mehrere Arbeitsplätze an den gleichen Röntgenapparat angeschlossen, so überzeuge man sich vor jedem Einschalten davon, daß die unbenutzt bleibenden Arbeitsplätze hochspannungsfrei sind.

§ 7.

Ausschalten nach beendeter Arbeit.

a) Nach Beendigung des Arbeitens mit den Röntgenapparaten ist der Hauptschalter auszuschalten.

§ 8.

Nachprüfen der Signalvorrichtungen.

a) Täglich muß man sich bei Betriebsbeginn von der Wirksamkeit der akustischen und optischen Zeichen überzeugen.

§ 9.

Nachprüfen der Hochspannungsleitungen.

a) Festverlegte freie Hochspannungsleitungen sind jährlich mindestens einmal in Bezug auf mechanische Festigkeit nachzuprüfen.

§ 10.

Nachprüfen der Schutzleitungen.

a) Alle Schutzleitungen der Röntgenanlage sind jährlich einmal zu prüfen.

§ 11.

Nachprüfen der Schutzbekleidung.

a) Die elektrische Isolierfestigkeit von Schutzbekleidungen nach § 9 der Bauvorschriften ist jährlich mindestens einmal mit der erreichbaren Höchstspannung des Röntgenapparates nachzuprüfen.

b) Die elektrische Isolierfestigkeit von Schutzbekleidungen oder Schutzflächen aus nicht metallbewehrten schmiegsamen Isolierstoffen ist vierteljährlich mindestens einmal gemäß § 9 b) der Bauvorschriften nachzuprüfen.

§ 12.

Schutz bei Anwendung von nicht metallbewehrten, mit schmiegsamem Isolierstoff umkleideten Hochspannungsleitungen.

a) Bei Anlagen mit nicht metallbewehrten, mit schmiegsamem Isolierstoff umkleideten Hochspannungsleitungen müssen diese während des Betriebes unzugänglich gemacht oder es muß in ihrer Nähe ein Warnungsschild mit der Aufschrift



angebracht werden.

§ 13.

Schutz bei Röntgenanlagen der Klasse Cb nach § 3a) der Bauvorschriften.

a) Bei Röntgenanlagen der Klasse Cb müssen die nicht nach Klasse A geschützten Hochspannung führenden Teile vor Inbetriebnahme durch Anbringen elektrisch leitender Schutzflächen unzugänglich gemacht werden. Diese müssen geerdet werden, es sei denn, daß sie in so großem Abstand von den Hochspannung führenden Teilen angeordnet sind, daß selbst beim Doppelten der Betriebshöchstspannung ein Überschlag zu den Schutzflächen nicht stattfinden kann. Der Abstand der Schutzfläche von frei liegenden Hochspannung führenden Teilen muß in diesem Falle mindestens 3 mm/kV des Scheitelwertes der Betriebshöchstspannung, auf keinen Fall jedoch weniger als 300 mm betragen.

§ 14.

Ausschalten bei Schadenfeuer.

a) Bei Ausbruch von Feuer in Apparat- oder Arbeitsräumen ist die Röntgenanlage sofort vom Netz zu trennen.

§ 15.

Aushängen der Betriebsvorschriften.

a) Diese Betriebsvorschriften und die „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen" müssen im Arbeitsraum ausgehängt sein.

§ 16.

Unterweisung von Hilfskräften.

a) Jedem, der sich im Röntgenbetriebe (wenn auch nur vorübergehend) betätigen soll, sind vor Dienstantritt diese Betriebsvorschriften auszuhändigen und zu erläutern.

Der Empfang der Betriebsvorschriften ist dem Betriebsleiter durch Unterschrift zu bestätigen.

Auch ist eine Unterweisung über die „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen" zu erteilen.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 24. XI. 1932, abds. 7½ h, Festsaal der Staatl. Akademie für Technik (Eing. Schillerplatz): Vortrag Obering. Schilling, „El. erzeugte und el. wiedergegebene Musik" (m. Vorführ. d. „Trautoniums" sowie des „Nernst-Siemens-Bechstein-Flügels") (m. Damen).

Elektrotechn. Verein Düsseldorf. 24. XI. 1932, abds. 8 h, „Gesellschaft Verein" Steinstr. 10/16: Vortrag Dr. Nathusius, „El. Öfen in der Industrie".

Elektrotechn. Gesellschaft Halle. 26. XI. 1932, abds. 8 h, Unterer Saal des Stadtschützenhauses, Frankestr. 1: 11. Stiftungsfest mit Filmvortrag von Dr. P. H. Meyer, „Nordlichttheorie". Anschließ. geselliges Beisammensein mit Tanz.

Elektrotechn. Verein in Hamburg. 23. XI. 1932, abds. 7½ h, Aula der Techn. Staatslehranstalten, Lübeckertor 24: Vorträge Obering. Voigt. „a) Die Verwendung von unsichtbaren Strahlen für Schutzeinrichtungen gegen Diebstahl und Einbruch sowie für Reklamebeleuchtung. b) Die Verwendung von Lichtrelais für Beleuchtungszwecke u. ähnl."

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 22. XI. 1932, abds. 8 h, Hörsaal 42 der T. H.: Vortrag Dir. Stöppler, „Schaltuhren, Zeit- und Sperrschalter für Straßen-Reklame-Treppenhausbeleuchtung und Steuerung von Kraftanlagen, Nutzstromkreisen und Tarifzählern".

Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft, Berlin. 24. XI. 1932, nachm. 5½ h, Hörsaal 141 der T. H. (Hauptgeb., Erdgeschoß): a) Beschlußfassung über die „Regeln zur Bewertung von Licht, Lampen und Beleuchtung". b) Vortrag Polizeihauptmann Hesse, „Kurven- und Nebelscheinwerfer". Aussprache. c) Techn. Mitteilungen, Vorführ. verschied. neuer Konstruktionen von tragbaren Beleuchtungsmessern mit Sperrschichtzellen. Aussprache.

Röntgen-Vereinigung zu Berlin und Ärztlicher Verein für Strahlenkunde, Berlin. 24. XI. 1932, abds. 8 h, Hörsaal des Universitätsinstituts für Strahlenforschung, Robert-Koch-Platz 7.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

C. O. Mailloux †. — Am 4. X. d. J. starb in New York Dr. Cyprien O. Mailloux (M. S., D. Sc.) im Alter von 71 Jahren. Die älteren Ingenieure werden sich seiner Arbeiten z. B. über Dynamomaschinen sowie tiefgründiger Untersuchungen über Zugbewegung erinnern, wohl auch der Tatsache, daß Dr. Mailloux 1883 die Schriftleitung der



C. O. Mailloux †.

„Electrical World" übernahm; den jüngeren ist der Verstorbene in erster Linie als einer der Schöpfer und Förderer der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC, begründet 1906) bekannt, deren Präsident er von 1919 bis 1923 gewesen ist. Als der Kommission 1908 große Schwierigkeiten entstanden, war es das Verdienst Mailloux', daß sie nicht aufgelöst wurde. In dieser Tätigkeit kamen ihm seine ungewöhnlichen Sprachkenntnisse zugute, die er z. B. auch bei den Arbeiten für das Internationale Wörterbuch nutzbar machen konnte. Die Verdienste des Verstorbenen als Wissenschaftler und Organisator der Elektrotechnik haben mannigfach äußeren Ausdruck gefunden, u. a. in seiner Ernennung zum Ehrenpräsidenten der IEC und Vorsitzenden des American Institute of Electrical Engineers (1912/13).

W. Bethge †. — Am 30. IX. d. J. starb während eines Kuraufenthalts in Bad Berka der Oberingenieur der AEG, William Bethge, im Alter von 63 Jahren. Herr Bethge war seinerzeit bei der Elektrizitäts-Gesellschaft Felix Singer & Co. und danach bei der Union Elektrizitäts-Gesellschaft in der Bahnabteilung tätig und trat im Jahre 1904 bei der AEG als Leiter der Bahnberechnungsabteilung ein. Bethge hat auf diesem Gebiet bahnbrechend gearbeitet und sich große Verdienste um die Ausbildung des Ingenieurnachwuchses erworben.

W. Laudahn †. — Am 31. X. d. J. starb in Berlin nach kurzem Leiden Herr Ministerialrat Wilhelm Laudahn, eine Autorität in der Technik der Dieselmaschinen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die maschinellen und elektrischen Einrichtungen des zweiten Ausbaus der Wasserkraftanlagen der Mittlere Isar AG. Das Werk Pfrombach. (Veröff. d. Mittlere Isar AG., München, H. 5.) Mit 33 Abb., 4 Plantaf. u. 31 S. in 4⁰. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1931. Preis geh. 4,80 RM.

Die Praxis begrüßt es stets ganz besonders, wenn ihr Einblick gegeben wird in die Gedankengänge, die beim Entwurf großer neuzeitlicher Anlagen angestellt wurden, bis die endgültige Festlegung der Anlageneinzelheiten erfolgte. Das vorliegende 5. Heft der Mitteilungen der Mittleren Isar AG. ist eine wertvolle Bereicherung dieser geschätzten Fachliteratur. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, daß im Werk Pfrombach ein Maschinensatz zur Aufstellung gekommen ist, der aus 8 Turbinen, einer Drehstrom-Synchron-, einer Drehstrom-Asynchron- und einer Einphasen-Synchronmaschine besteht, einer maschinen- und elektrotechnischen Lösung der gestellten Aufgabe, die bisher einzig in ihrer Art ist. Die Überlegungen, die zu dieser Durchbildung führten, sind im einzelnen geschildert und mit gutem Hilfsmaterial unterstützt. Auch auf den Betrieb dieses Maschinensatzes ist näher eingegangen. Die Stoffbehandlung ist kurz, trotzdem erschöpfend, die Zeichnungen und Diagramme klar und die Tafeln übersichtlich mit den Eintragungen versehen, die zum vollständigen Verständnis erforderlich sind.

Die Beschaffung dieses interessanten Berichtes aus der Kraftwerkspraxis kann allen Fachleuten empfohlen werden. H. Kyser.

Praktisches Handbuch des amerikanischen Patentrechts. Von Dr. K. Michaëlis. 2. erg. u. neu bearb. Aufl. Mit XVI u. 459 S. in gr. 8⁰. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1932. Preis geb. 26 RM.

Schon vor dem Kriege häuften sich in steigendem Maße die Fälle, in denen gute deutsche Erfindergedanken in Amerika ungenutzt blieben oder gar eine mißbräuchliche Verwendung erfuhren. Der Schutz der deutschen Erfinderrechte war nämlich dadurch beeinträchtigt, daß das schwer zugängliche amerikanische Patentrecht in Deutschland so gut wie unbekannt war. Diesem Übelstand wollte der Verfasser durch sein zuerst 1919 erschienenes Werk abhelfen. Jetzt liegt die in großen Teilen neubearbeitete 2. Auflage vor. Aus der glücklichen Verbindung wissenschaftlichen Forschergeistes und langjähriger Erfahrung als deutscher und amerikanischer Patentanwalt ist ein Musterwerk entstanden, dessen überragende Bedeutung in einer räumlich beschränkten Besprechung nur in ungenügender Weise gewürdigt werden kann.

An die ausführliche Erörterung der Hauptfragen des amerikanischen Patentrechts schließt sich eine meisterhafte Darstellung des Verfahrens; schließlich ist auch der vollständige Text des geltenden Patent- und Verfahrensrechts mit einer einwandfreien Übersetzung abgedruckt. Da die Sprache soviel wie möglich von reinen Fachausdrücken freigehalten worden ist, ist das Werk auch für den Nichtfachmann durchweg verständlich. Es ist die erste außerhalb Amerikas erschienene Darstellung des Patentrechts der V. S. Amerika. Seine Bedeutung ist mit der in den letzten Jahren erfolgten Verschärfung der Anforderungen des amerikanischen Patentamts, das die genaueste Beschreibung der Erfindungen fordert, noch mehr gestiegen; denn der ausreichende Schutz der deut-

schen Erfindungen in den V. S. Amerika ist nicht nur für den einzelnen Erfinder sondern auch für die deutsche Allgemeinwirtschaft eine absolute Notwendigkeit. Die Besonderheiten des amerikanischen Patentrechts, das weder einen Strafschutz noch einen Schadenersatzanspruch kennt, bergen für Ausländer, die mit der Materie nicht vertraut sind, eine Reihe von Gefahren. Daher ist das Werk für alle, die sich mit dem amerikanischen Patentwesen befassen müssen, einfach unentbehrlich.

F. Krahe.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Günstiger Geschäftsabschluß der Berliner Kraft- und Licht-Aktiengesellschaft. — In der GV. der BKL vom 4. XI. 1932 wurde der Abschluß für das erste volle Geschäftsjahr (1. VII. 1931 bis 30. VI. 1932) genehmigt und die Ausschüttung einer Dividende von 10 % auf das Aktienkapital von 240 Mill RM beschlossen. Die Stadt Berlin erhält eine Konzessionsabgabe von rd. 20,7 Mill RM.

Der Vorsitzende des Aufsichtsrates gab in Ergänzung zu dem ausführlichen Geschäftsbericht einen Überblick über die Anschlußbewegung und die Entwicklung des Stromabsatzes während der ersten neun Monate des Jahres 1932, von denen die letzten drei bereits in das neue Geschäftsjahr fallen. Die Zahl der Niederspannungsabnehmer betrug Ende September 1932: 1 050 540 gegenüber 1 002 029 vor Jahresfrist. Der Zugang ist, besonders bei den Wohnungen, geringer als im Vorjahr. Abgesehen von der Wirtschaftslage und der Einschränkung der Bautätigkeit ist dies darauf zurückzuführen, daß der Prozentsatz der elektrisierten Wohnungen in Berlin in den letzten Jahren erheblich gewachsen ist und damit der Sättigung näherkommt.

Jahr	Prozentsatz der elektrisierten Wohnungen im Versorgungsgebiet der BEWAG in %
Mitte 1925	24
Ende 1928	53
Ende 1930	66
Sept. 1932	72

Da die Sättigung jedoch praktisch erst bei etwa 95 % erreicht wird, bleiben noch immer einige 100 000 Wohnungen anzuschließen.

Der Anschlußwert der Hochspannungsabnehmer hat sich infolge von Betriebseinschränkungen und -stillegungen naturgemäß verringert. Stromerzeugung und -bezug gingen in den ersten neun Monaten 1932 gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahres um 12,2 %, die nutzbare Stromabgabe um 13,1 % zurück. Vom Monat September 1932 ab ist jedoch eine geringere prozentuale Verminderung festzustellen. Von dem Rückgang am stärksten betroffen wurden die Hochspannungsabnehmer mit 16,8 %; dann folgen die Niederspannungsabnehmer mit 10,6 %; am geringsten war der Minderabsatz an die Verkehrsunternehmen mit 9,9 %. Da der Stromverbrauch der Hochspannungsabnehmer mehr als 40 % des Gesamtabsatzes ausmacht, sind diese Abnehmer auf das Geschäftsergebnis von wesentlichem Einfluß. Im einzelnen ergibt sich bei einer Anzahl repräsentativer Vertreter verschiedener Großabnehmergruppen folgender Mindestverbrauch:

Abnehmergruppe	Minderverbrauch Januar bis September 1932 gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahrs in %
Elektrotechnische Industrie	31.1
Metallindustrie	27.5
Maschinenindustrie	22.5
Chemische Industrie	12,3
Nahrungs- und Genußmittelgewerbe	9,3
Graphisches Gewerbe	8.0
Waren- und große Handelshäuser .	6,8
Hotels und Gaststätten	2,7

Die Industrie, besonders die für Berlin wichtige elektrotechnische Industrie hat hiernach wesentlich stärker gelitten als das Gewerbe. Von den Verkehrsunternehmungen war der Rückgang am höchsten bei der Straßenbahn mit 11,3 %, während er bei der Schnellbahn 10,4 % und bei der Hoch- und Untergrundbahn nur 6,1 % betrug.

In den letzten Monaten scheint eine Besserung der Lage eingetreten zu sein. So wurde ein günstigeres Verhältnis zwischen Zu- und Abgang bei den Vertragsleistungen der Hochspannungsabnehmer und eine über das saisonmäßige Maß hinausgehende Zunahme des Zählermeßbereiches bei den Niederspannungsabnehmern beobachtet. Auch der zahlenmäßige Zugang an Niederspannungsabnehmern war im September und Oktober dieses Jahres höher als in den gleichen Monaten des Vorjahres. Es wäre jedoch verfrüht, diese Erscheinungen als symptomatisch zu bezeichnen. Die wirtschaftlichen Aussichten des Unternehmens sind jedoch als durchaus günstig anzusehen.

Zur Belebung des Stromabsatzes im Haushalt und Gewerbe wurden im Geschäftsjahr der BKL bei der BEWAG verschiedene Tarifermäßigungen und Sondertarife eingeführt, über die an dieser Stelle s. Z. berichtet wurde[1]. Neu eingeführt wurde noch ein Wahltarif für hochelektrisierte Haushaltungen. Bei entsprechend erhöhtem Grundpreis beträgt der Arbeitspreis bei diesem Tarif nur 8 Rpf/kWh. Dies entspricht dem Sonderstrompreis für Kochzwecke. Der Grundpreis ist abweichend von dem allgemeinen Grundpreistarif der BEWAG von der Zimmerzahl abhängig. Die Anwendung des Tarifs ist von der Bezahlung einer jährlichen Mindeststrommenge abhängig, die zu bezahlen ist, auch wenn sie nicht verbraucht wird. Grundpreise und Mindeststrommengen sind folgende:

Zimmerzahl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	für jedes weitere Zimmer
Grundpreis RM/Monat	3,10	4,–	5,30	7,50	10,–	13,70	17,–	21,10	25,20	2,40
Mindestgewähr kWh/Jahr	500	600	720	850	1025	1200	1375	1550	1700	130

Der Tarif kommt hiernach nur für Haushaltungen mit elektrischer Küche und hohem Licht- und allgemeinem Haushaltsverbrauch in Frage.

Nissel.

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Berliner Elektrizitäts-Union G. m. b. H., Berlin (84 Mill RM): Erwerb und Veräußerung sowie insbesondere die Verwaltung von Posten von Aktien der Berliner Kraft- und Licht-AG.; Stabilovolt G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Verwertung der in die Gesellschaft zur Einbringung kommenden Stabilovolt-Patente; Jacoby, Lesser & Co. G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Großhandel mit elektrotechnischen Artikeln aller Art; Landmaschinenhalle Grumbach G. m. b. H., Zschopau (20 000 RM): Installation elektrischer Anlagen und ähnlicher Einrichtungen; „Huth G. m. b. H. Fabrikation elektrischer Apparate“, Breslau-Krietern (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von elektrischen Massage- und anderen elektrischen Apparaten; A. E. G. Electric Company m. b. H., Berlin (20 000 RM): Vertrieb von industriellen Erzeugnissen, insbesondere solchen der AEG zu Berlin, in Asien, Afrika und Australien; „Emag“ Auffang- und Betriebs-Gesellschaft m. b. H., Frankfurt a. M. (20 000 RM): Aufarbeitung und Abwicklung von der Emag Elektrizitäts-AG. erteilten oder von noch zu erteilenden Aufträgen; Maschinenfabrik Gottwalt Müller G. m. b. H., Berlin (60 000 RM): Herstellung und Vertrieb von elektrischen Fahrzeugen, Apparaten und verwandten Gegenständen; „Maraton“ G. m. b. H. für Maschinen-, Elektro-, Radio-, Licht-, Ton-, Film- und Photo-Technik, Mannheim (20 000 RM): Herstellung, Vertrieb und Großhandel der unter der Firma genannten Gegenstände; „Diora“ G. m. b. H. Fabrikation elektrotechnischer Apparate, Berlin (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Apparaten der Elektrotechnik und Radioindustrie; Gebrüder Gumpert, Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H., Mupperg i. Thür. (20 000 RM): Betrieb von Elektrizitätserzeugungs- und -Versorgungsanlagen sowie die Durchführung des zwischen der Überlandwerk Oberfranken AG., Bamberg, der Nordfränkischen Überlandzentrale G. m. b. H. und der Gesellschaft abgeschlossenen Betriebsleitungsvertrags; Ernst Gäßler G. m. b. H., Mannheim (20 000 RM): Großhandel und Fabrikation elektrotechnischer Spezialartikel.

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1583; 1932, S. 91.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 43: Wer stellt den Einknopf-Druckschalter „Ali“ her?

Frage 44: Welche Firma stellt Silit-Heizstäbe her?

Abschluß des Heftes: 11. November 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Sonderausführungen von Grubenlokomotiven.

Mitteilung der AEG.

Die Anwendung der elektrischen Lokomotive im Bergbau unter Tage führte zunächst zur Elektrisierung aller Strecken, auf denen die Bedingungen für die Lokomotive am günstigsten waren. Es wurden also zuerst die Hauptförderstrecken elektrisiert; die Förderung von den eigentlichen Abbaupunkten bis zu den Hauptstrecken blieb der Pferde- oder Handförderung vorbehalten. Erst in den letzten fünf Jahren wird die elektrische Lokomotive auch mehr in den Abbaubetrieben angewendet. Hier sind die Verhältnisse naturgemäß, besonders hinsichtlich der Abmessungen, wesentlich ungünstiger als auf den Hauptstrecken, so daß die üblichen Lokomotivbauarten hier nicht geeignet sind. Die Abbaulokomotiven müssen also meist in einer sehr gedrängten Bauart ausgeführt werden. Die von der AEG für den deutschen Steinkohlenbergbau entwickelte und bereits an zahlreiche Gruben gelieferte Abbaulokomotive der Regelbauart ZA 4 wurde bereits früher ausführlich beschrieben.*) Es sollen hier zwei Sonderbauarten von Abbaulokomotiven näher behandelt werden, die von der AEG für russische Steinkohlengruben geliefert wurden.

Abb. 1 zeigt eine schlagwettergeschützte Akkumulatoren-Lokomotive besonders niedriger Bauart. Diese Lokomotive soll Kohle aus Abbaustrecken fördern, die nur so hoch aufgefahren worden sind, wie es der Flözmächtigkeit entspricht. Die Gesamthöhe der Lokomotive von der Schienenoberkante beträgt daher nur 920 mm. Über die Forderung dieser

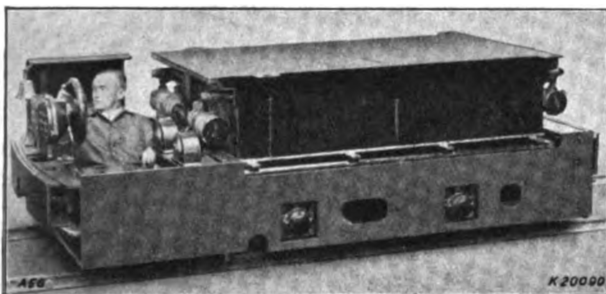


Abb. 1. Schlagwettergeschützte Akkumulatoren-Grubenlokomotive besonders niedriger Bauart.

geringen Höhe hinaus war im vorliegenden Falle die Bedingung gestellt, daß auch der Führer aus Sicherheitsgründen über das Lokomotivprofil an keiner Stelle hinausragen dürfe.

Da die Lokomotive bei einer Spurweite von 900 mm eine Breite von 1300 mm hat, konnte man dem Führer eine halb liegende Stellung geben, wodurch die gestellte Bedingung einwandfrei erfüllt wurde. Das Dienstgewicht der Lokomotive beträgt rd. 4,3 t. Sie ist mit zwei druckfest gekapselten Achslagermotoren ausgerüstet, von denen jeder eine Stundenleistung von 5,3 kW bei 45 V aufweist und über ein doppeltes Stirnrädervorgelege mit der Übersetzung 16:1 eine Achse antreibt; beide Motoren liegen dauernd in Reihe.

Die Batterie besteht aus 80 Nickelkadmiumzellen der AFA mit einer mittleren Entladespannung von etwa 90 V und einem Fassungsvermögen von 300 Ah. Sie ist in einen abrollbaren schlagwettergeschützten Behälter eingebaut und in zwei Gruppen von je 40 Zellen unterteilt. Die beiden Pole jeder Batteriegruppe sind an zwei einpolige schlagwettergeschützte Steckdosen angeschlossen; am Behälter sind also vier Steckdosen, je zwei an jeder Seite, angebracht. Der Fahrschalter ist für Nebeneinander- und Reihenschaltung der beiden Batteriegruppen eingerichtet, so daß zwei wirtschaftliche Geschwindigkeitsstufen erreicht werden, obgleich die Motoren dauernd in Reihe liegen.

Abb. 2 und 3 zeigen eine AEG-Oberleitungslokomotive mit Kabeltrommel und Seilwinde. Um diese Lokomotive auch in Abbaustrecken einsetzen zu können, in denen eine Oberleitung wegen der geringen verfügbaren Streckenhöhe oder aus anderen Gründen nicht verlegt werden kann, wurde sie mit einem 150 m langen Kabel ausgerüstet, das auf eine auf dem Rahmen angebrachte Trommel aufgewickelt ist. Ist die Lokomotive am Ende der Oberleitungstrecke angelangt, so wird der Stromabnehmer abgezogen und in seiner tiefsten Lage festgelegt. Mit Hilfe eines Hakens wird das Kabel

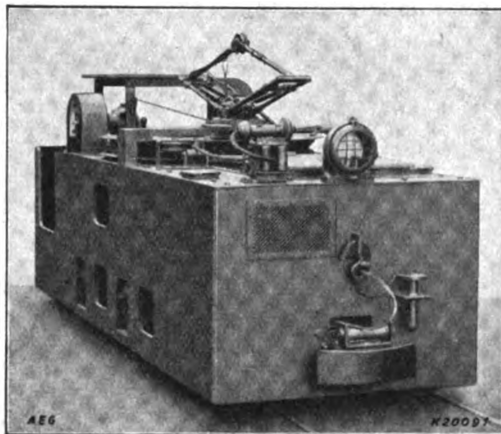


Abb. 2. Oberleitungs-Grubenlokomotive mit Kabeltrommel und Seilwinde.

an der Fahrleitung befestigt. Jetzt kann die Lokomotive so weit in die oberleitungslose Strecke hineinfahren, wie es die verfügbare Kabellänge gestattet. Damit das Kabel stets gespannt bleibt und sich beim Zurückfahren der Lokomotive wieder aufwickelt, wird die Kabeltrommel von einem kleinen Hauptstrommotor angetrieben. Sein schwaches Drehmoment wird beim Abwickeln durch den Zug des Kabels überwunden, genügt aber, um beim Zurückfahren der Lokomotive das Kabel wieder aufzuwickeln, sobald der Zug im Kabel nachläßt. Bei Kabelbetrieb sind die Parallelstellungen des Fahrschalters selbsttätig gesperrt, so daß nur mit Reihenschaltung, also mit halber Geschwindigkeit gefahren werden kann.

Außer der oben beschriebenen Einrichtung hat die Lokomotive eine Seiltrommel mit einem 150 m langen Stahlseil. Die Seiltrommel wird von einem Motor von 5 kW bei 30 min über ein Schneckenvorgelege von 40:1 Übersetzung angetrieben. Die Einrichtung ermöglicht es, die Wagen aus Strecken herauszuholen,

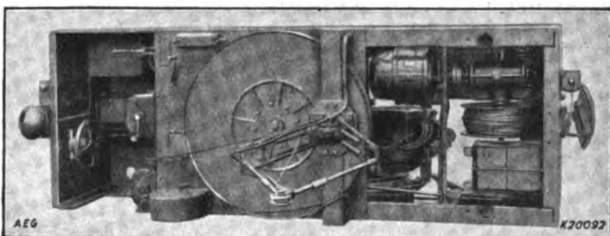


Abb. 3. Oberleitungs-Grubenlokomotive mit Kabeltrommel und Seilwinde (Ansicht von oben).

die ein Befahren mit der Lokomotive nicht mehr gestatten. Die elektrische Ausrüstung der Lokomotive ist die gleiche wie bei der üblichen Oberleitungslokomotive. Sie besteht aus zwei Achslagermotoren von je 10,5 kW Stundenleistung bei 220 V, von denen jeder eine Achse über ein einfaches Stirnrädervorgelege von 7,43:1 Übersetzung antreibt. Beide Motoren werden in der üblichen Weise durch den Fahrschalter in Reihen- und Nebeneinanderschaltung angelassen. Das Dienstgewicht der Lokomotive beträgt etwa 6,2 t.

*) Bpr. 1527.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 24. November 1932 | Heft 47

Freileitungsnetze und Gewitterstörungen nach neueren ausländischen Veröffentlichungen.

Von D. Müller-Hillebrand, Berlin.

Übersicht. Es werden neuere ausländische Veröffentlichungen über Gewitterstörungen von Freileitungsnetzen kritisch zusammengestellt und ausgewertet. (Meßverfahren, Ablauf der Blitzentladungen, Blitzstrommessungen, Verlauf der Wanderwellen, indirekte und direkte Blitzüberspannungen, Überschläge von Höchstspannungsleitungen.) Die Ergebnisse stützen die deutschen Ansichten über den Schutz von Höchstspannungsleitungen gegen die unmittelbaren Blitzeinwirkungen.

Ausländische Veröffentlichungen bringen zu der Frage, in welchem Umfang Hochspannungs-Freileitungen den Einflüssen von Gewittern entzogen werden können, wesentliche Beiträge[1, 2, 3]. Für Höchstspannungsleitungen läuft das Problem praktisch darauf heraus, zu ermitteln, ob durch wirtschaftlich durchführbare Verbesserungen und Abänderungen wesentliche Einschränkung der Gewitterstörungen erwartet werden kann. Die Stellungnahme zu diesen Fragen erfordert genaue Kenntnis des Vorganges einer Blitzentladung, dessen Studium auf erhebliche Schwierigkeiten stößt.

Bekanntlich ist in den Hochspannungsnetzen mit geerdetem Sternpunkt der Transformatoren (vorwiegend in den V. S. Amerika) die Zahl der Leitungsauslösungen durch Gewitter erheblich größer als in Netzen mit isoliertem Sternpunkt und Erdstromlöschung (vorwiegend in Deutschland). Infolge zahlreicher Störungen des Betriebes hat man in den V. S. Amerika seit dem Jahre 1926 unter planmäßiger Führung eine große Anzahl von Untersuchungen in Laboratorien und Freileitungsnetzen sowie statistische Erfassungen systematisch in einer Weise zusammengestellt, die zu einer wesentlichen Bereicherung unseres Wissens über Gewitterstörungen führt.

Meßinstrumente mußten für die vorgesehenen Zwecke umgebaut und dem praktischen Betrieb angepaßt werden, ganz neue Arten wurden geschaffen und neue Meßverfahren erdacht[4].

Man benutzte zunächst Klydonographen und Kathodenstrahl-Oszillographen. Zu der bekannten Klydonographen-Ausführung mit ablaufendem Film wurde noch ein kleines und sehr handliches Instrument geschaffen, bei dem mittels feststehenden Films in einem Porzellangehäuse von ähnlicher Gestalt wie ein Stützenisolator Spannungsvorgänge aufgezeichnet und nachgewiesen werden können. Der Kathodenstrahl-Oszillograph erforderte zahlreiche Verbesserungen. Im 220 kV-Netz der Pennsylvania Power Co. wurden die Gewittervorgänge auf einer Leitung gleichzeitig mit 2 Oszillographen aufgenommen[5]. Der eine zeichnete mit einer 50 µs-Zeitskala ein Bild von dem zeitlichen Verlaufe der Überspannungswelle auf, der zweite erfaßte mit einer 2000 µs-Zeitskala die Umwandlungen und Reflexionen der Wanderwellen, so daß Rückschlüsse auf den Ursprungsort der Wanderwelle gezogen werden konnten. Sporn und Lloyd[6] benutzten zum gleichen Zweck einen Oszillograph mit doppelter Zeitablenkung, der zuerst den Vorgang mit einer 30 µs-Abszisse niederschrieb; dann wurde der Strahl rasch an den Nullpunkt zurückgeführt und der weitere Vorgang mit erheblich langsamerer Geschwindigkeit (400 µs-Zeitskala) auf demselben Film aufgezeichnet.

Berger[2] führte seine Untersuchungen mit 2 Kathodenoszillographen an der 132 kV-Leitung der Schweizer Bundesbahnen durch, so daß gleichzeitig 2 Leitungsstränge überwacht wurden. Norinder[3] benutzte 3 Kathodenoszillographen zur Messung an Freileitungen oder Antennen. Ein Überschlaganzeiger wurde entwickelt, um die Isolatorenkette, an der ein Überschlag stattfand, kenntlich zu machen. Messungen mit Blitzstrommessern, auf dem Prinzip der Lichtenbergschen Figuren beruhend, sollten zur Klärung der Frage beitragen, welchen Anteil die unmittelbare Einwirkung stromstarker Blitzentladungen auf Gewitterstörungen hat und inwieweit indirekte Blitzeinwirkung eine Rolle spielt. Das Meßverfahren ist allerdings so unbefriedigend, daß die zahlenmäßigen Ergebnisse nur mit der größten Vorsicht zu bewerten sind. In den meisten Fällen befestigte man das Instrument an einer Strebe des Mastes und überbrückte mit einem Draht von einigen Metern Länge einen Teil der Mastkonstruktion. Eine Eichung im Laboratorium gibt z. B. für einen Blitzstrom von 200 000 A eine Figur von 23 mm Dmr. an, entsprechend einer Spannung am Instrument von etwa 6 kV. Eine solche Messung von kurzzeitigen Strömen dieser Größe ohne besondere Maßnahme, wie z. B. Schirmung, Verhütung von Schwingungen usw., muß als ganz aussichtslos scheinen, Meßfehler von vielen hundert Prozent können auftreten. Es muß an dieser Stelle bemerkt werden, daß Angaben von Klydonographen-Messungen vielfach dadurch leider wertlos sind, daß sich durch den Spannungsteiler unübersehbare Fehler einschleichen. Besonders stark sind diese bei größerem Spannungsteilverhältnis (Teiler für höhere Spannungen) und bei Anordnungen, wie sie häufig bei massenhaftem Einsatz von Klydonographen an Freileitungen veröffentlicht wurden. Durch Schaltvorgänge und Überschläge, bei denen sprunghafte Spannungsänderungen auftreten, können bei solchen Spannungsteilern Fehlmessungen bis zur 3- und 5fachen Höhe der wahren Überspannung entstehen.

Ein von I. W. Groß und I. H. Cox[7] beschriebenes Verfahren, den Erdübergangswiderstand des Mastes zur Messung des durch den Mast fließenden Blitzstromes zu benutzen, ist zwar umständlicher, scheint aber etwas genauer zu sein, wenn auch hier eine eingehende Überprüfung der Fehlerquellen erforderlich ist, die allein durch die Ungewißheit des im Augenblick der Blitzentladung wirksamen Erdwiderstandes beträchtlich sein können. In ähnlicher Weise stellte Berger[2] die Mastspannung bei Einschlag eines Blitzes fest, indem er zwischen Masterde und einer Hilfssonde eine auf 100 kV_{eff} eingestellte Kugelfunkenstrecke schaltete, deren Ansprechen er ermittelte. R. R. Pittmann und J. J. Torok[8] geben den Einbau von Blitzstrommessern an einer auf Holzmasten verlegten 110 kV-Leitung an. Etwa 3 m des Mastes werden durch einen Kupferdraht überbrückt und in diese Leitung ein Zirkonwiderstand von 0,15 Ω eingeschaltet, dessen Spannung durch einen besonders konstruierten Klydonographen gemessen wird. Mit Feldstärkenschreibern und einem Gerät zur Messung der Feldänderungsgeschwindigkeit untersuchte man das luftelektrische Feld bei Gewittern. Eine stärkere Bevorzugung des zweiten Instrumentes hätte mehr statistisches Material zur Untersuchung der Gefährlichkeit bzw. Harmlosigkeit der indirekten Gewitterüberspannungen gegeben, für deren Entstehung in erster Linie die Geschwindigkeit der Feldänderung maßgebend ist. Gewitterstärke-Messer ermöglichen wertvolle Vergleiche über Häufigkeit und Stärke von Gewittern in verschiedenen Hochspannungsnetzen und damit auch Beurteilungen über Häufigkeit von Störungen. Mit welchem Aufwand die Messungen betrieben wurden und noch werden, möge eine Zusammenstellung der Geräte zeigen, die in die 105 km lange 220 kV-Leitung Wallenpaupack—Siegfried eingebaut wurden[5]. Die

[1] Die Ziffern entsprechen denen des Literaturverzeichnisses am Schluß des Aufsatzes.

Leitung hat einen Stromkreis. Die drei Leiter sind horizontal angeordnet und die äußeren an 16, die inneren an 14 Isolatoren mit einer Wechselspannungs-Trocken-Überschlagspannung von 1150 kV_{max} bzw. 1025 kV_{max} aufgehängt. Es sind Leitungsabschnitte mit 2 Erdseilen, mit Bodenseil, mit Blitzauffang-Seilen, ohne Erdseil und mit Masten mit Oberflächen-Banderdern vorhanden. Die Leitung führt teilweise durch unwirtliches, felsiges Gelände. Im Jahre 1930 waren eingebaut

21 Klydonographen 310 Blitzstrommesser 1041 Überschlaganzeiger 12 ··· 22 Schleifen-Oszillographen oder schnellschreibende Strommesser	mit der Leitung verbunden
3 Feldstärkenschreiber 4 Gewitterstärkenmesser 10 Antennen 13 Überspannungschreiber	von der Leitung getrennt besonders eingebaut.

Fünf Störtrupps waren ständig mit der Überwachung betraut; ihre Zahl betrug vor Einbau der Überschlaganzeiger 23 und konnte dann auf 5 verringert werden. 138 Schaltwerke waren mit Wetterbeobachtungen beauftragt.

Die Blitzentladung dringt bekanntlich im Mittel mit einer Geschwindigkeit vor, die erheblich kleiner als die Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektrischer Wellen in Luft ist. Fortescue und Conwell[9] weisen darauf hin, daß infolgedessen die Energie einer Vorentladung zum größten Teil elektrisch ist; erst wenn die Erde erreicht wird, wandelt sich die Energie zum größten Teil in magnetische um, mit wohl nahezu Lichtgeschwindigkeit eilt eine Entladewelle der Wolke zu und kann dort entweder durch Erhöhung der Feldstärke eine Entladung der ganzen Wolke herbeiführen (Blitzhauptstrahl) oder nach Entladung des Vorstrahles abstoppen (Teilentladung). Dies ist bei positiven Wolken nach der Gewittertheorie von Simpson[10] recht häufig, da Raumladungswolken negativer Ionen in einer Zone zwischen positiver Wolke und Funkenkanal das Vorwärtsdringen der Entladung in die Wolken erschweren. Es ist bekannt, daß bei Gewittern positive und negative Felder zwischen Wolke und Erde auftreten und daß der Blitzvorgang nach Erde bei positiver Wolke leichter vonstatten geht, so daß positive Blitze nach Erde häufiger vorkommen als negative (nach Simpson im Verhältnis 4 : 1 bis 10 : 1). Soweit diese Angaben aus Beobachtungen von Blitzverästelungen stammen, sind sie mit Vorsicht zu bewerten, da auch negative Blitze infolge von Raumladungen, die bekanntlich stark richtunggebend sind, in ähnlicher Weise sich nach der Erde zu verästeln können wie positive Blitze (nach Schonland und Allibone[11]). Negative Blitze sind allem Anschein nach sehr viel stromstärker als positive, so daß ihre Wirkungen auf Erde wesentlich stärker sind und sie den Hauptanlaß zu Überschlägen von Höchstspannungsleitungen bilden. Dazu kommt noch, daß die Wahrscheinlichkeit eines Blitztreffers in den Mast einer Leitung bei negativer Gewitterwolke erheblich größer als bei positiver Wolke ist. Die Ursache hierzu ist wohl darin zu suchen, daß die von den erhöhten Teilen auf der Erdoberfläche ausgehenden positiven Vorentladungen das Erdpotential noch um ein Beträchtliches der Wolke zuschieben, während bei positiver Wolke die negativen von Erde ausgehenden Vorentladungen einen kleineren Wirkungsbereich haben. Lewis und Foust[12] weisen auf die Analogie mit Lichtenbergschen Figuren positiver und negativer Polarität hin. Nach ihren Versuchen im Laboratorium beträgt die Schutzzone einer Blitzauffangstange oder eines Mastes rund die 2 ··· 3fache Masthöhe bei positiver Wolke und rund die 10 ··· 15fache Höhe bei negativer Wolke, wobei als Wolkenhöhe die 45fache Masthöhe vorausgesetzt ist. Bei geringerer Wolkenhöhe ist die Treffzone nach Peek[13] geringer. Die Wahrscheinlichkeit für den Einschlag eines negativen Blitzes in einen Mast ist also rd. 5 mal größer. Daß aber alle mit Blitzstrommessern aufgenommenen Ströme negativer Polarität sind (etwa 100 Aufnahmen), ist wohl auch darauf zurückzuführen, daß die positiven Entladungen durchweg stromschwächer sind und für die Messung verloren gingen.

Es ist hinreichend bekannt, daß die Schutzzonen-Angaben nicht unbedingt zutreffen. Besonders krasse Widersprüche mit dieser Theorie hatten C. Dauzère und J. Bouget[14] zu einer Untersuchung des geologischen Einflusses von derartig abweichenden Blitzeinschlagstellen veranlaßt. Sie stellten fest, daß hierfür die geologische Zusammensetzung des Bodens von Bedeutung ist, und daß am meisten die Stellen dem Blitz ausgesetzt sind, die an den Berührungsflächen zweier geologischer Gebiete liegen. Als Ursache sehen sie die an diesen Orten ständig stärkere Luftionisierung an, deren Produkte als „Ionensäule" bei Gewittern mit Vertikalböen in die Höhe gerissen werden und die Blitzbahn beeinflussen. N. Bogoiavlensky[15] erweiterte diese Untersuchungen und veröffentlichte eine Reihe von Messungen der durchdringenden Strahlung, der Luftleitfähigkeit und der Leitfähigkeit des Bodens an Stellen häufiger Blitzeinschläge. Die sorgfältigen Messungen — es muß hier auf die Originalarbeit verwiesen werden — zeigen ein Maximum der Strahlung und der Luftleitfähigkeit an den Blitzeinschlagstellen. Das Maximum war allerdings z. Z. der Messung nicht sehr stark ausgeprägt (z. B. 18 Ionen je cm^3/s gegen 16 Ionen je cm^3/s in der Umgebung). Es kann aber angenommen werden, daß die Emanation bei stärkerer Bodenausdünstung vor Gewittern stärker wirkt. Verglichen mit der Häufigkeit von Gewittern über einer bestimmten Gegend sind solche vom Blitz bevorzugte Stellen verhältnismäßig selten betroffen, erklärlich aus den ebenfalls seltener eintreffenden Bedingungen der Blitzbildung an diesen Stellen (vertikale Luftbewegung und Beginn einer Blitzentladung an dieser Stelle*).

Die Höhe der Ströme ist leider, wie erwähnt, meist recht unzuverlässig gemessen worden. So z. B. berichten Sporn und Lloyd[6] über Blitzströme von — 40 kA bis — 300 kA und bei Summation der durch Erdseile den benachbarten Masten zugeleiteten Teilströme bis — 670 kA (insgesamt 25 Vorgänge mit 61 Aufzeichnungen). Eine typische Stromverteilung zeigt z. B. folgendes Schema:

Mast-Nr.	70	71	72	73	74	75
Mast-Übergangswiderstand nach Erde in Ω	25	4	4	3	3	3
Blitzstrom in % der Summe .	9	15	45	15	10	6

Der gegenseitige Mastabstand betrug 300 ··· 350 m, an Mast 75 zeigte der Überschlaganzeiger einen Überschlag an, ohne daß jedoch die Leitung auslöste. Da die Höchstwerte der Teilströme in den einzelnen Masten zu verschiedenen Zeiten auftreten, gibt ihre Summation falsche Werte für den Blitzstrom. (Bei 4 Ω Erdwiderstand ist er etwa 15 % höher als der Teilstrom des Mastes 72 gewesen.) Bell und Price[5] messen nach dem gleichen Verfahren 35 Vorgänge mit Strömen von — 40 ··· — 260 kA. Groß und Cox[7] geben zwei Teilströme von etwa — 50 und — 100 kA an, Pittmann und Torok[8] einen Teilstromwert von — 25 kA. Berger[2] ermittelt aus dem Ansprechen der Funkenstrecke Minimalwerte des Blitzstromes sowie aus dem Nichteintreten von Isolatorüberschlägen Maximalwerte, die folgende Zusammenstellung zeigt:

Masterdungswiderstand ohne Erdseil Ω	Masterdungswiderstand mit Erdseil Ω	Blitzstrom im Mast war größer als A	Blitzstrom im Mast war kleiner als A
14,9	1,1	9 500	48 000
rd. 16	rd. 5	9 000	60 000
14,3	1,5	10 000	50 000
4,0	1,1	35 000	180 000
4,3	2,1	—	160 000
2,0	0,5	—	70 000

(Die Werte des Blitzstromes in Luft liegen etwa um 10 bis 20 % höher, da der den benachbarten Masten über das Erdseil zufließende Teilstrom bei der Messung nicht erfaßt wird.) Tatsächlich ist z. Z. noch kein triftiger Grund vorhanden, Blitzströme von höherer Größenordnung als 100 kA anzunehmen, da die hierzu erforderlichen kürzeren Entladezeiten der Wolken weder nach der Theorie des Entladevorganges in der Wolke zu erwarten ist, worauf Fortescue[9] mehrfach hinweist, noch mit den gemessenen Feldänderungsgeschwindigkeiten sich in Einklang bringen lassen.

Beim Einschlag des Blitzes in eine Leitung steigt die Spannung zunächst nach Maßgabe der Ladungszufuhr der Blitzvorentladung an und kann bei Steigerung des Vorganges zu einem Hauptstrahl außerordentliche Werte annehmen. Ein interessantes Oszillogramm zeigt Abb. 1, ein Blitzschlag in die äußere Phase der 220 kV-Leitung Wallenpaupack—Siegfried, nur 150 m von dem Kathodenstrahl-Oszillographen entfernt[5]. Die Spannung steigt zunächst mit einer Geschwindigkeit von etwa 100 kV/μs bei der Vorentladung verhältnismäßig langsam an, erreicht etwa einen Wert von 500 kV (Blitzstrom-Größenordnung 2000 A) und wäre vielleicht nach etwa 7 μs wieder auf Null gesunken, wenn nicht bereits nach etwa 3 μs die Haupt-

* Es sei auf die Arbeit von G. Lehmann „Über die Ursachen der Häufung von Blitzeinschlägen an gewissen Stellen von Hochspannungsleitungen" hingewiesen (Diss. Dresden; 1932 ETZ 1932, S. 980), die allerdings im wesentlichen die erhöhte Leitfähigkeit des Bodens infolge Grundwasseradern als Ursache der Häufung von Blitzeinschlägen gelten läßt.

Elektrizitätsmenge der Wolke nachzuströmen begonnen hätte. Mit einer Steigerung von etwa 1500 kV/µs wird eine Spannung über — 2700 kV erreicht. Die Hängeketten zweier benachbarten Masten, davon einer in nur 40 m Entfernung vom Laboratorium, schlagen über, die Leitung löst aus. Nach dem Überschlag bleibt noch eine Spannung von — 150 kV bestehen. Der Widerstand der beiden Masten betrug 51 Ω und 23 Ω. Der Blitzstrom läßt sich dann zu 20 bis 30 kA schätzen. Gleichzeitig waren in den drei horizontal und ohne Erdseil angeordneten Leitungen die Spannungen mittels Klydonographen zu — 2400 kV in der vom Blitz getroffenen äußersten Phase, — 1600 kV in der 6,8 m entfernten mittleren und — 720 kV in der 13,6 m entfernten äußeren Leitung gemessen worden. Die hohen an den nicht vom Blitz betroffenen beiden Leitungen gemessenen Spannungen, die diese in dem elektrischen Feld annahmen, lassen auf eine sehr starke Ausbildung der Korona schließen, die einer Verdickung des Leiters auf etwa 1 m gleichkommt. Die Steigerung der Ladungszufuhr beträgt anfänglich 400 A/µs, dann 6000 ··· 10 000 A/µs. Über die Stromänderungs-Geschwindigkeiten liegen nur sehr wenig Werte vor. Als Grenzwerte lassen sich aus Oszillogrammen Größen bis 30 000 A/µs schätzen.

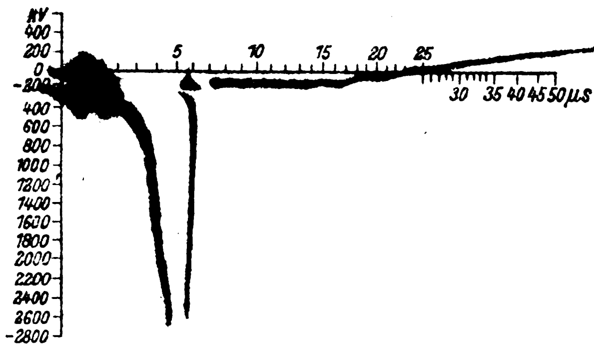


Abb 1. Oszillogramm eines Blitzschlages in eine 220 kV-Leitung.

Die Angaben über den Verlauf der Spannung an der Blitzeinschlagstelle sind noch recht spärlich und unsicher, da die von der Einschlagstelle forteilenden Wellen verzerrt und gedämpft werden. Reflexionen, Überschläge, Beeinflussung von Nachbarleitungen können das Bild völlig verändern. Während die auf benachbarten Leitungen induzierten elektrischen Spannungen zunächst die gleiche Gestalt haben wie die induzierende Welle, verändern sie ihren zeitlichen Verlauf nach wenigen Kilometern stark. Es treten sogar Umkehrungen in der Polarität auf, wie von Brune und Eaton[16] ausführlicher untersucht wurde. Diese typischen Verzerrungen zeigen auch eine ganze Reihe der „Blitzoszillogramme". Sie hatten Berger[2] veranlaßt, die Erscheinung auf den Blitzvorgang selbst zurückzuführen, eine Erklärung, die er später wieder fallen ließ. Auch die Steilheit der Wellen auf dem ursprünglichen Leiter nimmt, vor allem bei Spannungen oberhalb der Koronadämpfung, stark ab. Die von Brune und Eaton gezeigten Oszillogramme künstlich erzeugter Wanderwellen lassen auf folgende Abnahme der Steilheiten bei Wanderwellen von ursprünglich 700 ··· 800 kV Höhe und etwa 5 ··· 30 µs Halbwertdauer schließen:

an der Ursprungsstelle	etwa	600 ··· 2000	kV µs
nach 2,25 km Lauf		120 ··· 240	„
„ 4,5 „ „		50 ··· 150	„
„ 24 „ „		5 ··· 15	„

So geben die gewonnenen Oszillogramme in erster Linie nur ein Bild über die Beanspruchung der Leitung an einer bestimmten Stelle. Die Darstellungen Abb. 2 zeigen eine Auswertung von an den Leitungen Pennsylvania P. Co. (220 kV) und Ohio P. Co. (132 kV) in den Jahren 1929 und 1930 gewonnenen Oszillogrammen, soweit die Einzelwerte veröffentlicht wurden (72 Oszillogramme)[5, 13, 17, 18, 19]. Die Kopflänge gibt die Zeitdauer an, bis das Spannungsmaximum erreicht wird. (Meßfehler können hier leicht dann entstehen, wenn das Einschalten der Zeitablenkung des Kathodenoszillographen mit Verzögerung, z. B. bei Benutzung einer Funkenstrecke, stattfindet. Werte unter 1 µs sind deswegen unzuverlässig.) Bei der Mehrzahl der Wellen wird das Spannungsmaximum in 4 ··· 8 µs erreicht, die Halbwertdauer beträgt 15 bis 30 µs. Wie Abb. 3 zeigt, ist keine ausgesprochene Tendenz dafür vorhanden, daß mit zunehmender Höhe der Wanderwellen die Halbwertdauer abnimmt.

Inwieweit neben der direkten Einwirkung von Blitzen auch indirekte Gewitterüberspannungen Überschläge auf den Leitungen hervorrufen können, ist von Berger[2] und Norinder[3] sehr sorgfältig untersucht worden. Berger gibt an, daß er an einer für 1200 V Betriebspannung bemessenen Bahnleitung 240 Oszillogramme erhalten habe, bei denen die durch indirekte Blitzeinwirkung zustande gekommenen Überspannungen eine Höhe von einigen 100 bis 1000 V hatten. Insgesamt erhielt er in den Jahren 1929, 1930 und 1931 1284 Aufzeichnungen, von denen 920 eine Spannung unter 5 kV und nur 25 über 50 kV zeigten. Aus der Statistik der Schweizer Bundesbahnen veröffentlicht er eine ganze Reihe von Fällen, nach denen Blitze in dichter Nähe von Hochspannungsleitungen (bis 2 m) einschlugen, ohne zu Störungen Anlaß zu geben. Nach seinen Messungen im Jahre 1931 betrugen die höchsten induzierten Gewitterüberspannungen 75 kV_m und 85 kV_m mit einer Steilheit von 18 kV/µs. Besonders zu erwähnen ist ein Blitzschlag in einen Mast: auf den beiden Seilen der Leitung wurden Spannungen von 15 kV_m und 20 kV_m induziert. Norinder kommt zu dem Ergebnis, daß indirekte Gewitterüberspannungen bis etwa 100 kV Höhe möglich sind. Die höchste von ihm gemessene indirekte Gewitterüberspannung auf einer 20 kV-Leitung beträgt 75 kV, einige andere von 50 kV Höhe wurden gleichfalls von ihm festgestellt. Die zahlreichen Messungen an Antennen über die Feldänderungsgeschwindigkeit lassen sehr gut den sehr verwickelten Vorgang einer rückstufenartig vortreibenden Blitzentladung erkennen. Abb. 4 zeigt den Verlauf der Feldstärke (V/m) während etwa 20 µs, also eines kurzen Zeitabschnittes der Wolkenentladung,

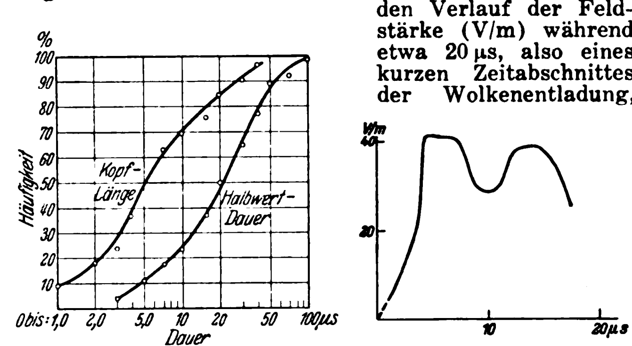


Abb 2. Wanderwellenwerte nach Oszillogrammen.

Abb. 4. Feldstärkenänderung während eines Teiles einer Blitzentladung.

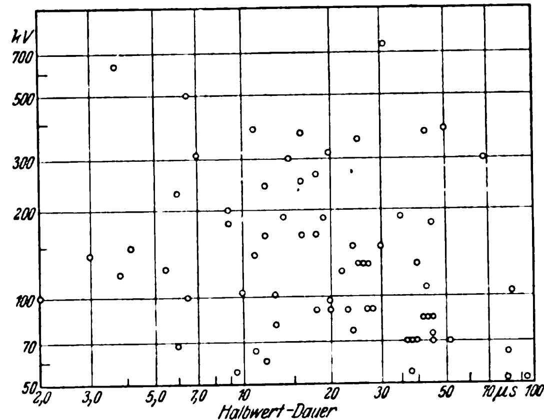


Abb. 3. Wanderwellenhöhe und Halbwertdauer.

die im allgemeinen nach seinen Messungen auf eine Dauer von 1000 µs und mehr ausgedehnt ist. Die maximale Feldänderungsgeschwindigkeit beträgt hier 42 V/m µs. Aus einer Anzahl von Oszillogrammen berechnet er folgende Werte der maximalen Feldänderungsgeschwindigkeit:

Abstand des Blitzkanales in km . . .	1,1	2,4	2,9	3,1	3,4	4.2	6,8	10,0
Feldänderungs-Geschwindigkeit in V/m µs	76	34	20	18	15,5	12	6	2

Diese Werte sind in recht guter Übereinstimmung mit den von A. Matthias und L. Binder erhaltenen.

Während also Berger und Norinder die Ansicht bestätigen, daß man früher die indirekten Gewitterüberspannungen für gefährlicher gehalten hatte, ist hierüber die Ansicht in der amerikanischen Literatur noch geteilt. Fortescue[9] bestätigt seine frühere Auffassung, wo-

nach nur direkte Blitzeinwirkung eine Gewitterstörung auf Höchstspannungsleitungen hervorruft, Lewis und Foust[12] führen eine ganze Reihe von Fällen an, bei denen direkte Blitzeinwirkung als Ursache eines Leitungsüberschlages nachgewiesen werden konnte. Peek[13] untersucht die durch indirekte Gewittereinwirkung mögliche Höhe der Überspannungen; bedeutende induzierte Spannungen sind nur dann möglich, wenn die Entladezeit der Wolke sehr kurz ist. Dies hätte Blitzströme in der Größenordnung von 200 ··· 800 kA zur Voraussetzung. Peek glaubt mit Hilfe des Spannungsverlaufes an Hand der Kathodenoszillogramme die Höhe der Wolkenladung aus der Dauer des Spannungsanstieges und die Entladedauer der Wolke aus der Dauer des Spannungsabfalles nach Erreichen des Maximums bestimmen zu können. Aus diesen ergibt sich dann die Höhe der induzierten Spannung. Z. B. bei einem Drittel aller so ausgewerteten Oszillogramme von Vorgängen, bei denen eine Leitungsauslösung nicht stattfand, ist die Zeitdauer des Spannungsabfalles kleiner als 20 µs. Bei einer Höhe der Wolke über Erde von etwa 300 bis 600 m würde die auf einer 15 m hohen Leitung induzierte Spannung dann 700 ··· 1400 kV betragen. Peek kommt schließlich auf Grund von praktischen Beobachtungen im 132 kV-Netz der American Gas & Electr. Co. zu dem Ergebnis, daß hier 66 ··· 100 % der Leitungsüberschläge auf indirekte Gewittereinwirkung oder bis 33 % auf direkte Blitzeinschläge zurückgeführt werden können. Dieser Ansicht können wir uns nicht anschließen. Eine Auswertung der bisher vorliegenden Oszillogramme in dem angedeuteten Sinne erscheint aussichtslos: Nur wenige Oszillogramme gestatten einen Rückschluß auf den Vorgang an dem Ursprungsort. Der Spannungsverlauf kann bekanntlich sehr stark von dem Verlauf des Entladevorganges abweichen. Auch Einschläge eines Blitzhauptstrahles in eine Leitung, die zu Überschlägen führen, können u. U. im praktischen Betrieb eines Netzes unbemerkt bleiben, da sie selbst in Netzen mit geerdetem Sternpunkt nicht immer zu einer Leitungsauslösung führen. Gerade die erwähnten Beobachtungen im 132 kV-Netz der American Gas & Electric Co., über die P. Sporn[20] sehr ausführlich berichtet, scheinen uns die Ansicht zu bestätigen, daß bei direkten Blitzeinschlägen insbesondere für den zweiphasigen Überschlag bei Gewitter der Erdwiderstand der getroffenen Maste eine ausschlaggebende Rolle spielt. Es soll hierauf etwas näher eingegangen werden.

In den Werken des 132 kV-Netzes der American Electr. & Gas Co. von 1930 km Länge (einfache Leitungslänge 2930 km) wurden im Jahre 1929 652 Gewitter gezählt. Die Leitungen sind fast durchweg auf Eisenmasten, die im allgemeinen mit einem Erdseil untereinander verbunden sind, verlegt und sind an 10 Hänge-Isolatoren von je 120 ··· 129 mm Länge aufgehängt. Nur eine Einfachleitung von 33,7 km Länge hatte Holzmasten und kein Erdseil. Auf 100 km Einfachleitungslänge bezogen, fanden im Jahre 1929 folgende Anzahl von Leitungsauslösungen durch Gewitter statt:

8,45 im Mittel,
47 im Maximum (an der ohne Erdseil auf Holzmasten verlegten Leitung),
0 im Maximum bei einer Leitung bzw.
1,06 bei der Leitung mit der nächstniedrigen Auslösezahl.

Von Doppelleitungen fiel in 70,5 % der Fälle nur eine Leitung heraus; in 29,5 % der Fälle beide; letztere Vergleichszahl ist erheblich höher als in den Vorjahren und hängt möglicherweise mit der Vergrößerung des Netzes und der Kurzschlußleistung zusammen, also mit der Möglichkeit, daß ein Lichtbogen in die benachbarte Leitung getrieben wird. Die Überschläge fanden an allen Leitern, sowohl oben, in der Mitte und unten, statt. Sie wurden durch genaue Besichtigung der Isolatoren und unabhängig davon durch das Fallen von Relais bestimmt und führten zu folgendem Ergebnis der Verteilung der Überschläge:

Überschlag	ermittelt durch	
	Besichtigung %	Relais %
nur oberer Leiter	40,2	29,2
„ mittlerer „	14,7	16,0
„ unterer „	18,3	18,9
oberer oder oberer und mittlerer Leiter . .	44,2	45
mittlerer oder mittlerer und unterer Leiter .	42,8	44,3
1phasig	73,2	64,1
2 „	21,0	31,2
3 „	5,8	4,7

Dies Ergebnis führt zu dem Schluß, den allerdings Sporn nicht zieht, daß Überschläge vorwiegend an den oberen Leitern im allgemeinen auf Blitzeinschläge in den Leiter, und Überschläge vorwiegend an den unteren Leitern im allgemeinen auf rückwärtige Mastüberschläge zurückzuführen sind. Dies wird bestätigt, wenn man den Erdwiderstand der Maste berücksichtigt. Es zeigt sich nämlich eine starke Häufung von Überschlägen an den unteren oder mittleren Leitern und eine Zunahme der Überschläge an mehr als einem Leiter bei den Leitungen, bei denen die vom Blitz betroffenen Masten einen Erdübergangswiderstand von mehr als 10 Ω haben:

N.	Leitungslänge km	Zahl der Überschläge 1929	Anzahl der Maste, an denen Überschläge stattfanden			überschlagene Isolatoren am		
			unter 10 Ω	10 ··· 20 Ω	über 20 Ω	oberen Leiter	mittl. od. unteren Leiter	mehr als 1 Leiter
1	118	12	8	2	2	9	1	2
2	65	17	11	2	4	10	1	2
3	69,2	18	—	5	13	4	9	5
4	105	36	15	4	17	8	13	13

Es läßt sich aus diesen von Sporn mitgeteilten Ergebnissen von einigen Doppelleitungen folgende Tafel aufstellen:

Leitung	Anteil der Maste, an denen Überschläge stattfanden		Überschläge vermutlich durch		Mittelwert Auslös. je Jahr u. 100 km Einfachleitung (1926/1929)
	unter 10 Ω (1929) %	über 10 Ω (1929) %	Blitzeinschläge (1929) %	rückw. Überschläge (1929) %	
1	66,6	33,3	75	25	4,45
2	65	35	77	23	13,5
3	—	100	22	78	15,2
4	41,7	58,3	24	76	9,6

Ähnliche Ergebnisse folgen aus den Angaben von E. Bell u. A. L. Price[5] über die Gewitterforschungen an der 220 kV-Leitung der Pennsylvania P. C. Die etwa 104 km lange Einfachleitung Wallenpaupack—Siegfried mit 3 horizontal angeordneten Leitern löste in den 5 Jahren 1926/1930 bei Gewitter 98mal aus, 324 Isolatorenüberschläge wurden gezählt, davon 80 % etwa einphasig, aber zuweilen an 2 oder 3, sogar 4 benachbarten Masten. Erdseilschutz und Erdung der Maste sowie die im Jahre 1930 damit gewonnenen Erfahrungen zeigt folgende Zusammenstellung von 65 Überschlägen:

Leitungslänge km	ausgerüstet mit	Zahl der Überschläge
32,5	2 Erdseilen und Banderde *	5 **
4,0	2 „ „ Bodenseil	0
8,0	2 „ ohne besondere Masterdung	3
5,5	Blitzauffangseil	0
54,0	ohne Erdseil	57

* Die Banderde bestand aus 4 Kupferseilen von je 15 m Länge, die etwa 30 cm tief von den Mastecken ausgehend eingegraben waren. Der Erdübergangswiderstand wurde hierdurch auf etwa die Hälfte des ursprünglichen Wertes herabgesetzt.

** 2 Überschläge vor Anbringung der Banderde.

Die Leitung löste 24mal im Jahre 1930 aus, 15 Fälle konnten genau aufgeklärt werden: 14mal waren Überschläge an der Leitung ohne Erdseil die Ursache, nur 1mal ein Überschlag an der Leitung mit Erdseil. Daß die Schutzwirkung des Erdseiles auch durch den Erdwiderstand des Mastes festgelegt wird, wie es die Theorie des rückwärtigen Mastüberschlages zeigt, geht aus den Erfahrungen an dem mit Bodenseil ausgerüsteten Leitungsabschnitt hervor, der früher besonders häufig unter Überschlägen zu leiden hatte:

Jahr	Erdseilanordnung	Anzahl der Überschläge
1926	kein Seil	6
1927	2 Seile	9
1928	„ „	14
1929	2 Seile und Bodenseil	0
1930	„ „ „ „	0

Es ist bemerkenswert[12], daß eine 22,5 km lange 66 kV-Doppelleitung der Philadelphia El. Co. in einem Gebiet der gleichen Gewitterhäufigkeit wie das der 220 kV-Leitung Wallenpaupack—Siegfried seit 14 Jahren überhaupt nicht bei Gewitter auslöste. Die Gewitterhäufigkeit war bei beiden Leitungen mit dem Gewitterstärkemesser festgestellt worden. Die Leitung ist mit 2 Erdseilen ausgerüstet, die senkrecht oberhalb der mittleren vertikal angeordneten Leiter angebracht sind. Die Leitung folgt einer Eisenbahnlinie nahe einem Fluß. Der Erdübergangswiderstand der einzelnen Maste ist recht gleichmäßig etwa 4 Ω, also sehr gering.

Diese außerordentlichen Ergebnisse veranlaßten Brune und Eaton[16] zu einer genaueren Untersuchung

der Wirksamkeit des Bodenseiles. An einem Mast mit 400 Ω Erdübergangswiderstand war zunächst in einer, dann in beiden Richtungen längs der Leitung ein Bodenseil verlegt. Die Längen wurden geändert und der Spannungsverlauf am Mastfuß gegenüber einer 12 m entfernten Sonde gemessen. Genaue Maßangaben fehlen leider, auch wird der mittlere spez. Erdwiderstand nicht genannt, so daß die Feststellung einer Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen längs des Bodenseils mit rd. ⅓ Lichtgeschwindigkeit zunächst nur für diesen besonderen Fall von Bedeutung ist. Die Spannung erreicht ihren Scheitelwert bei diesen Versuchen in 2 ··· 3 µs, infolgedessen wird die Wirksamkeit des Bodenseils bezügl. Spannungsverminderung von einer gewissen Länge ab — nach Brune und Eaton 160 m — nicht vergrößert. Das nach beiden Seiten vom Mast ausgehende Bodenseil hat doppelte Wirksamkeit. Eine Auswertung der von Brune und Eaton veröffentlichten Angaben zeigt die folgende Tafel:

Bodenseil-Länge m	wirksamer Mastwiderstand Ω	wirksamer Bodenseil-Widerstand Ω
0	400	—
68.5	166	285
160	121	174
320	121	174
463	121	174
463 + 279	69	83

Da ein Blitzhauptstrom vermutlich erst in 10 ··· 20 µs seinen Höchstwert erreicht, schätzen wir ein nach beiden Seiten vom Mast verlegtes Bodenseil bis auf etwa 300 bis 500 m wirksam, wenn ein Erdseil nicht verlegt ist. Der wirksame Mastwiderstand beträgt dann etwa 20 ··· 30 Ω, ein Wert, der bei einer 200 kV-Leitung die Gefährdung durch rückwärtige Mastüberschläge nahezu beseitigen läßt. Bei besser leitendem Erdboden ist die Wirksamkeit des Bodenseils vermutlich nicht so hoch, da die Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen geringer ist. Es ist dann günstiger, nicht ein Bodenseil zu verlegen, sondern radial von den Masten ausgehende Erdbänder von etwa 15 ··· 50 m Länge. Die wirksame Länge des Bodenseils ist geringer, wenn Erdseile verlegt sind. Das Maximum der Spannung an der Blitzeinschlagstelle wird dann bei hohen Erdübergangswiderständen der Maste nach 3 ··· 5 µs erreicht, so daß die wirksame Länge des Bodenseils dann etwa 100 ··· 150 m beträgt. Radial verlegte Banderden können bei günstigerem Materialaufwand die gleichen Dienste leisten.

In felsigem Boden, wo die genügende Herabsetzung des Erdwiderstandes unüberwindliche Schwierigkeiten macht, wird die Anbringung von Blitzauffangseilen vorgeschlagen, die von der Mastkonstruktion durch Holz isoliert sind[21]. Auch zum Abfangen von Blitzeinschlägen in die Leitung in der Mitte zwischen den Masten berechnet Fortescue[9] den erforderlichen Abstand des Erdseiles von den Leitungen in der Mitte zu 12 m, an den Masten zu 7,5 ··· 10 m. Dieses begreifliche Verlangen, einphasige Kurzschlüsse in den Netzen mit starr geerdetem Sternpunkt unter allen Umständen zu verhüten, führte auch zum Einbau von Überspannungs-Ableitern längs der Leitung. Torok[22] berichtet über die Weiterentwicklung von Überschlagsicherungen zum Schutz der Leitungen gegen das Auslösen bei Gewittern: Parallel zu den Leitungsisolatoren sollen Rohre aufgehängt werden, deren innere Schlagweite kleiner als die äußere und die der Isolatorkette ist, so daß Überspannungen zu einem Überschlag im Rohrinnern führen können. Der nachfolgende Lichtbogen wird dann wie bei einer offenen Rohrsicherung zum Verlöschen gebracht. Mit einer entsprechend kräftig ausgeführten Konstruktion ist es ihm gelungen, einen Strom von 2000 A bei einer mittleren Längsbeanspruchung von 1800 V/cm zu unterbrechen, wobei allerdings parallel zu dem Schutz eine Wirklast entsprechend einem Widerstand von 500 Ω lag.

Aus den Veröffentlichungen glauben wir den Schluß ziehen zu dürfen, daß eine erhebliche Einschränkung von Gewitterstörungen in Höchstspannungs-Freileitungen mit Erdstromlöschung sich in erster Linie durch Erniedrigen der Erdübergangswiderstände der Maste, dann durch Verlegen von Erd- und Schirmseilen in wirtschaftlich tragbarer Weise durchführen läßt. Das Problem der Einwirkung von Gewittern auf elektrische Leitungen läßt sich erst dann überblicken, wenn statistische Unterlagen über die Häufigkeit der Stromstärken von Blitzen und des maximalen zeitlichen Stromanstieges vorliegen, Zahlen, die sich allerdings nur sehr umständlich gewinnen lassen. Aus den bisher vorliegenden Veröffentlichungen des In- und Auslandes sowie aus Beobachtungen der Blitzwirkungen in elektrischen Netzen und beim Einschlag in Gebäude kann vermutet werden, daß Stromstärken in der Größenordnung von mehreren tausend Ampere erheblich häufiger auftreten als solche von mehreren zehntausend Ampere, daß die Häufigkeitskurve für beide Gruppen Maxima dieser Größenordnungen aufweist (Teil- und Hauptenladungen), und daß der Anstieg des Blitzstromes nicht so sprunghaft erfolgt, wie dies gelegentlich aus Blitzwirkungen geschlossen wurde.

Literaturverzeichnis.

[1] Lightning Disturbances. Electr. Engng. Bd. 50, S. 478 (1931). Sammelbericht über 12 Fachberichte, von denen einige weiter unten besonders aufgeführt sind.
[2] Les phénomènes de surtension par temps d'orage en Suisse, v. K. Berger. Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 22, S. 421 (1931), und Ergebnisse der Gewittermessungen im Jahre 1931, ebenda Bd. 23, S. 289 (1932).
[3] Measurements of Lightning surges on trans-lines in Sweden von H. Norinder. Internat. Hochsp.-Konf. Paris 18./27. 6. 1930, Bericht 26.
[4] Instruments for Lightning Measurements von C. M. Foust. Gen. electr. Rev. Bd. 34, S. 235 (1931).
[5] Lightning Investigation of the Pennsylv. P. a. L. Co. v. E. Bell u. A. L. Price. Fachbericht Rochester 29. 4. ··· 2. 5. 31, Amer. Inst. electr. Engr.
[6] 1930 Lightning Inv. of the American Gas a. El. Co. v. P. Sporn u. W. L. Lloyd. Fachbericht Rochester 29. 4. ··· 2. 5. 31, Amer. Inst. electr. Engr.
[7] Lightning Inv. of the Appalachian El. P. Co., v. I. W. Gross u. J. H. Cox. Fachbericht Rochester 29. 4. ··· 2. 5. 31, Amer. Inst. electr. Engr.
[8] Lightning Inv. on a Wood-Pole Transm. Line v. R.R. Pittmann u. J. J. Torok. Fachbericht New York 26. ··· 30. 1. 31, Amer. Inst. electr. Engr.
[9] Lightning Discharges and Line Protective Measures v. C. L. Fortescue u. R. N. Conwell. Fachbericht Rochester 29. 4. ··· 2. 5. 31, Amer. Inst. electr. Engr.
[10] Lightning v. A. C. Simpson. J. Instn. electr. Engr. Bd. 67, S. 1269 (1920).
[11] Branching of Lightning, v. Schonland und Allibone. Nature Bd. 128, S. 794 (1931). S. auch Beitrag von Macnair, S. 969.
[12] Lightning Inv. on Transm. Lines II v. W. W. Lewis u. C. M. Foust. Fachbericht Rochester 29. 4. ··· 2. 5. 31, Amer. Inst. electr. Engr.
[13] Lightning v. F. W. Peek. Fachbericht Rochester 29. 4. ··· 2. 5. 31, Amer. Inst. electr. Engr.
[14] Influence de la constitution géologique du sol sur les points de chute de la foudre, v. C. Dauzère und J. Bouget. C. R. Acad Sci., Paris, Bd. 186, S. 1565 (1928), und Sur l'ionisation intense de l'air dans les lieux fréquemment foudroyés, ebenda Bd. 186, S. 1744 (1928).
[15] Étude de l'influence de quelques facteurs géophysiques sur les points de chute de la foudre, v. L. N. Bogoiavlensky (Leningrad). J. Physique Radium, Serie 7 Bd. 2, S. 101 (1931).
[16] Experimental Studies of Lightning Surges v. O. Brune u. J. R. Eaton. Fachbericht Rochester 29. 4. ··· 2. 5. 31, Amer. Inst. electr. Engr.
[17] Lightning Inv. of the Pennsylv. P. a. L. Co., 1928 u. 1929, v. N. N. Smeloff u. A. L. Price. Fachbericht New York 27. ··· 31. 1. 30, Amer. Inst. electr. Engr.
[18] Lightning Inv. on Transm. Lines v. W. W. Lewis u. C. M. Foust. Gen. electr. Rev. Bd. 33, S. 185 (1930).
[19] Lightning Inv. on the Ohio P. Co. v. P. Sporn u. W. L. Lloyd. Fachbericht New York 27. ··· 31. 1. 30, Amer. Inst. electr. Engr.
[20] 1929 Lightning Experience of the American Gas a. El.-Co. v. P. Sporn. Fachbericht New York 26. ··· 30. 1. 31, Amer. Inst. electr. Engr.
[21] Diverting Direct Strokes v. A. E. Silver. Electr. Wld., N. Y., Bd. 96, S. 313 (1930).
[22] Exp. Lightning Protector for Insulators v. J. J. Torok. Fachbericht New York 26. ··· 30. 1. 31 Amer. Inst. electr. Engr.

Der wirtschaftliche Wert von elektrischen Großkraft-Speicherwerken.

Von Dr. W. Gosebruch, Berlin.

(Schluß von S. 1079.)

Auf Grund der vier gleichmäßig wie vor beschrieben behandelten Diagramme (Abb. 1 ··· 4) für einen:

1.	Dezembertag als Mittel der Höchstspitzenperiode vom 15. XI. ··· 15. I. . . . . . =	61 Tage
2.	Märztag als Mittel der Belastung vom 15. I. ··· 15. IV. . . . . =	91 „
3.	Junitag als Mittel der Belastung vom 15. IV. ... 15. IX. . . . . =	122 „
4.	Septembertag als Mittel der Belastung vom 15. IX. ··· 15. XI. . . . . . . =	91 „
		365 Tage

bringt dann die Zahlentafel 1 die Ergebnisse für die zwei Betriebsarten. Diese vier mittleren Betriebsabschnitte dürften einen hinreichend genauen Wert für die Jahresbenutzungsdauer ergeben. Auf größere Genauigkeit kommt es hier, wo es sich nur um die Differenz von speicherlosem und Speicherbetrieb handelt, nicht an. Es ist besonders nachzuweisen, daß auch außerhalb der weihnachtlichen Spitzenperiode der Speicherbetrieb rentabel ist und nicht einfach durch reinen Dampfwerksbetrieb ersetzt werden kann. Man ist berechtigt, anzunehmen, daß der Betriebs- und Finanzdienst von Dampfwerk und Speicher sich im ganzen bis auf Kohlen- und Instandhaltungskosten ausgleichen.

Zahlentafel 1. Gegenüberstellung der Erzeugung in MWh, Kohlen- und Instandhaltungskosten von Dampfkraftwerk [Diagrammbetrieb, a)] und Dampfkraftwerk mit hydraulischem Speicher [Strichfahren, b)].

a			b		
MWh Erzeugung	kcal und Kohlenkosten	Reparatur und Instandhaltung Dampfteil	MWh Erzeugung	kcal und Kohlenkosten	Reparatur und Instandhaltung Dampfteil
I. 16. XI. bis 15. I. 61 Tage Dezemberdiagramm = 14 663 MWh × 61 = 895 000 MWh	14 663 000 × 4900 = = 71 848 700 000 kcal $= \frac{71\,848\,700\,000}{7000} =$ 10 264 000 kg Kohle je 21 RM = 215 544 RM/Tag 215 544 × 61 = 13 148 184 RM	14 663 000 × 0,0022 × 61 = 32 258 60 × 61 = 1 967 774,60 RM	I. 16. XI.—15. I. = 61 Tage 16 200 MWh im Mittel je Tag zum Speicher = 61 × 2670 MWh = 162 870 MWh + 61 × 200 = 12 200 (Akk.) zurück zur Spitzendeckung in der Stadt 1410 × 61 = 86010 + 61 × 110 = 6710 (Akk.)	16 200 000 × 4200 = 68 040 000 000 kcal. $= \frac{68\,040\,000\,000}{7000} =$ = 9 720 000 kg Kohle = 9720 × 21 = 204 120 RM je Tag 204 120 × 61 = = 12 451 320 RM	16 200 000 × 0.0015 = 24 300 RM/Tag 24 300 × 61 = 1 482 300 RM
Ersparnis:				696 864 RM +	485 474 RM
II. 16. I. bis 15. IV. 91 Tage Märzdiagramm = 9 050 MWh × 91 = 823 000 MWh	9 050 000 × 4900 = = 44 345 000 000 kcal. $= \frac{44\,345\,000\,000}{7000} =$ 6 334 360 kg Kohle 6334 × 21 = 133 014 RM/Tag 133 014 × 91 = 12 104 274 RM	9 050 000 × 0,0022 = 19 910 RM Tag 19 910 × 91 = 1 811 800 RM	II. 16. I.—15. IV. = 91 Tage 9 960 MWh (= 24 × 415 MW) zum Speicher = 91 × 1940 = 176 500 MWh v. Speicher zur Spitzendeckg. = 91 × 1030 MWh = 93 730 MWh	9 960 000 × 4200 = 41 832 000 000 kcal. $= \frac{41\,832\,000\,000}{7000} =$ = 5 976 000 kg Kohle 5976 × 21 = 125 496 RM/Tag 125 496 × 91 = 11 420 136 RM	9 960 000 × 0.0015 = 14 940 RM/Tag 14 940 × 91 = = 1 359 540 RM
Ersparnis:				684 138 RM	452 260 RM
III. 16. IV. bis 15. IX. 122 Tage Junidiagramm 8 065 MWh × 122 = 985 000 MWh	8 065 000 × 4900 = = 39 438 500 000 kcal. $= \frac{39\,438\,500\,000}{7000} =$ 5 614 090 kg Kohle 5614 × 21 = 117 894 RM/Tag 117 894 × 122 = = 14 383 068 RM	8 065 000 × 0 0022 = 17 743 RM/Tag 17743 × 122 = = 2 164 646 RM	III. 16. IV.—15. IX. = 122 Tage 8880 MWh (= 24 × 370 MW) zum Speicher: 122 × 1730 MWh = 211 000 MWh zurück zur Spitzendeckung 122 × 915 × 111 630 MWh	8 800 000 × 4200 = = 37 296 000 000 kcal $= \frac{37\,296\,000\,000}{7000} =$ = 5 328 000 kg Kohle 5328 × 21 = 111 888 RM/Tag 111 888 × 122 = 13 650 336 RM	8 800 000 × 0,0015 = 13 320 RM/Tag 13 320 × 122 = = 1 625 040 RM
Ersparnis:				732 732 RM	539 600 RM
IV. 16. IX. bis 15. XI. 91 Tage Septemberdiagramm 9 439 MWh × 91 = 858 000 MWh	9 439 000 × 4900 = = 46 251 100 000 kcal = $= \frac{46\,251\,100\,000}{7000} =$ 6 607 300 kg Kohle 6607,3 × 21 = = 138 753 RM/Tag = 138 753 × 91 = = 12 626 550 RM	9 439 000 × 0,0022 = 20 766 RM/Tag 20 766 × 91 = 1 889 688 RM	IV. 16. IX.—15. XI. = 91 Tage 10 320 MWh (24 × 430 MW) zum Speicher: 91 × 1875 MWh = 170 500 MWh zurück zur Spitzendeckung 91 × 994 = 90 454 MWh	10 320 000 × 4200 = 43 384 000 000 kcal $= \frac{43\,344\,000\,000}{7000} =$ = 6 192 000 kg Kohle = 6192 × 21 = = 130 032 RM/Tag 130 032 × 91 = 11 832 912 RM	10 320 000 × 0.0015 = 15 480 RM/Tag 15 480 × 91 = 1 408 680 RM
In 365 Tagen 3 561 000 MWh	Energie zum Speicher „ „ vom „	$\frac{720\,870 \text{ MWh}}{3 \times 81 \times 824} = \frac{1}{0{,}53}$			
Ersparnis:				793 638 RM	481 008 RM
Ersparnisse zusammen im Jahr:				2 907 372 RM	1 958 348 RM
Ersparnisse vom 15. I. bis 15. XI.:				2 210 508 RM	1 472 874 RM

Die Kohlenersparnis beträgt in Prozenten der gesamten Jahreskosten des Dampfkraftwerkes (Diagrammbetrieb) = $\frac{2\,907\,372}{52\,262\,076} = 5{,}56\,\%$

Das wichtigste Ergebnis dieser Vergleichsrechnung ist wohl, daß trotz einer Mehrerzeugung von $\frac{3\,916\,740}{3\,561\,000} =$ 11,0 % oder 355 740 MWh/Jahr bei Dampfkraftwerks- mit Speicherbetrieb gegenüber dem reinen Dampfkraftwerksbetrieb, also durch Strichfahren gegenüber Diagrammbetrieb noch 5,56 % (~ 16,7 — 11,0) an Kohlenkosten und rd. 2 Mill RM an Reparaturen- und Instandhaltungskosten erspart werden.

Dabei nehmen alle vier Betriebsquartale fast gleichmäßig an der Ersparnis teil, wodurch der Beweis erbracht ist, daß der Speicherbetrieb auch außerhalb der weihnachtlichen Spitzenperiode nicht nur rentabel ist, sondern auch große Ersparnisse bringt. Die großen Vorteile des Speichers als Momentanreserve und bessere Ausnutzung und Schonung des vorhandenen Maschinenparks werden also nicht nur mit keinen Kosten erkauft, sondern bringen überdies noch finanzielle Ersparnisse.

Eine weitere Frage ist nun, ob diese Einsparungen im Betrieb nicht durch höheren Kapitaldienst für größere Anlagekosten eines Speicherwerks gegenüber einem Spitzenkraftwerk aufgewogen werden. Auch hierbei fällt das Endergebnis zugunsten des Speicherwerks aus, denn die Mehrkosten sind durch die höheren Aufwendungen für den baulichen Teil bedingt, der in dem betrachteten normalen Falle — wie der nachfolgende Auszug aus dem Kostenanschlag zeigt — etwa die Hälfte der Anlagekosten des gesamten Speicherwerkes samt Zubehör ausmacht. Während ein entsprechendes Spitzendampfkraftwerk in spätestens 25 ··· 30 Jahren völlig verbraucht ist, bleiben die wasserbaulichen Anlagen noch völlig neu und weiter betriebsfähig. Jede Erweiterung zur reinen Höchstspitzendeckung, die wie hier meist ohne Vergrößerung der Wasserbauten möglich ist, kostet nur etwa 150 bis 200 RM/kW. Man kann also für die Wasserbauten mit 50jähriger Abschreibung rechnen, bzw. wo die Tilgung in kürzerer Zeit erfolgen muß, können die höheren Tilgungssätze als Abschreibung verbucht werden.

Auf den Einwand, daß man ein Dampfspitzenwerk, das nur rd. 200 h im Jahr Vollast leisten soll, natürlich auch sehr billig ausführen kann, ist zu erwidern, daß man dann auch mit einem höheren spezifischen Kohlenverbrauch als hier bei dem speicherlosen Dampfkraftwerk rechnen müßte. Die Bedienung wird bei dem speicherlosen Kraftwerk mit Kesseln für 1000 MW natürlich bedeutend kostspieliger als bei einem Werk mit Speicher und nur 700 MW an Kesseln, selbst wenn das Maschinenpersonal das gleiche bliebe.

Die Baukosten

des beschriebenen hydroelektrischen Speicherwerks (Abb. 5) für 3000 MWh Speicherkapazität, 4 Generatoren à 82 MW mit je 2 Turbinen und je 2 Pumpen, 4 à 100 MW Transformatoren 10,5/110 kV, 4 Schaltanlagen, 4 je 105 km Freileitungen à 3 · 240 mm² Kupferseilen usw., 4 à 10 km unterirdischen Kabeln in der Stadt, Unterstation mit 4 · 80 MW Transformatoren 100/30 kV, 4 Phasenschiebern und Schaltanlage mit Anschlußkabeln zum städtischen Netz betragen:

I.	Baulicher Teil . . .	50 000 000 RM	
	maschineller Teil . .	18 810 000 „	
	elektrischer Teil . .	12 167 000 „	
			80 977 000 RM
II.	Fernleitungen, Überführungstation und Kabel		23 333 000 „
III.	Hauptstation in der Stadt mit Transformatoren, Phasenschiebern, Schaltanlage und Anschlüssen		6 085 000 „
			110 395 000 RM

das sind $\frac{110\,395\,000}{300\,000}$ = rd. 368 RM/kW.

Ein entsprechendes Spitzendampfkraftwerk vor der Stadt von 300 000 kW und Verteilungskabeln in die Stadt sowie Unterstation in der Stadt kostete bei Kalkulation auf gleicher Preislage rd. 330 RM/kW.

Wirtschaftlichkeitsberechnung.

I. Zur Beschaffung von 110 Mill RM Baukapital durch 6,5 % Anleihe mit 90 %, Emissionskurs, Courtage, Stempel und Bankspesen sind aufzuwenden = 131 425 000 RM. Diese wachsen durch die Bauzinsen einer vierjährigen Bauzeit an auf 150 000 000 RM.

A. Feste Ausgaben.

I. Kapitaldienst:	
Verzinsung pro Jahr und Abschreibung bei 30jähriger Tilgung: jährlich	11 486 500 RM
II. Betriebsausgaben:	
1. jährliche Abschreibungen (Erneuerungsfonds) mit Tilgungszeiten von 50, 30, 25, 20 und 15 Jahren der ganzen Anlage von 110 395 000 RM	1 291 862 „
2. Reparaturen und Instandhaltung der ganzen Anlage	824 180 „
	13 602 542 RM
3. Kosten des zum Speicher gesandten Stromes nach den Kalkulationen des städtischen Großkraftwerkes = 1,4 Pf/kWh. Nach den Berechnungen in vorstehender Tabelle beträgt diese Arbeit = 720 850 MWh, also hätte man zu entrichten: 720 850 000 · 0,014 =	10 091 900 RM
4. Bedienung und Verwaltung usw.	205 558 „
	23 900 000 RM

Danach kostet die dem städtischen Verteilungsnetz wieder zugeführte Energie von 385 824 MWh

$$385\,824 \text{ MWh} = \frac{2\,390\,000\,000}{385\,824\,000} = 6{,}259 \text{ Pf/kWh}.$$

Berücksichtigt man die Ersparnisse im Betrieb des städtischen Großkraftwerkes, so ergibt sich ein kWh-Preis des Speicherwerks von:

$$\frac{(23\,900\,000 - 2\,903\,372 - 1\,958\,348)\,100}{335\,824\,000} = 4{,}986 \approx 5{,}0 \text{ Pf/kWh}$$

nach Amortisation des baulichen Teils in 30 Jahren — ceteris paribus — wäre der kWh-Preis =

$$\frac{(19\,038\,280 - 11\,436\,500)\,100}{385\,824\,000} = 1{,}956 \approx 2{,}0 \text{ Pf kWh}.$$

Die auf gleicher Preisstellung kalkulierten Erbauungskosten eines 302 MWh - Spitzen - Dampfkraftwerkes wären 330 · 302 000 = rd. 100 000 000 RM und einschl. Anleihe- und Bauzinsen rd. 135 000 000 RM. Der Kapitaldienst würde bei 6,5 % und Tilgung in 30 Jahren = 8 775 000 + 1 560 000 = 10 335 000 RM betragen.

Dividiert man nun diese Zahl durch die allein mögliche Jahresbelastung — während der Höchstspitzenperiode — von 86 010 000 kWh, so erhält man $\frac{10\,335\,000 \cdot 1000}{86\,010\,000}$ = 12,02 Pf/kW und einschl. der Abschreibung, Unterhaltungs- und Betriebskosten schätzungsweise = 17 Pf/kWh, bzw. unter vergleichsweiser Anrechnung des Kohlenmehrverbrauchs durch den speicherlosen Betrieb der Hauptdampfwerke, mit denen das Spitzendampfwerk zusammen arbeitet = 25,5 Pf/kWh. Es war dabei die Annahme gemacht, daß das Spitzendampfkraftwerk vor den Toren der Stadt errichtet werden und direkt in das städtische Hochspannungskabelnetz speisen könnte. In der Regel wird sich diese Gelegenheit für ein so großes Werk nicht bieten, und es kämen dann auch Entfernungen wie bei dem Wasserspeicher zustande, wodurch sich die Erbauungskosten für 1 kW wesentlich denen des Speicherwerkes nähern und der Vergleich für letzteres noch günstiger wird.

In der Arbeit über das gleiche Thema von Generaldirektor Dr.-Ing. W. Binswanger: „Ein Beitrag zur Frage der Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Elektrizitätswerken durch Akkumulierung", München 1927, wird der Vergleich zwischen einem Spitzendampfkraftwerk nebst Wasserspeicherwerk mit einem bei einer Braunkohlengrube gelegenen Dampfkraftwerk behandelt und auf die Jahreserzeugung dieses Werkes eine Verbilligung der Kilowattstunde durch Wasserspeicher gegenüber Dampfspitzenwerk zu 29,3 % errechnet.

Die verschiedenen Vorteile einer Speicherung lassen sich rechnerisch nicht alle erfassen. In ihrer Gesamtheit sind sie so bedeutend, daß man voraussagen kann, daß, wenn erst wieder günstigere Zeiten zu Erweiterungen Anlaß geben werden, es wohl ein Zeichen von Rückständigkeit sein wird, noch mit speicherlosem Betrieb zu arbeiten.

Die Errichtung solcher Pumpspeicherwerke könnte zudem eine geeignete Verwendungsmöglichkeit für die Beschäftigung Erwerbsloser werden, zumal wenn man — wo irgend angängig — nach den großen Vorbildern in Amerika (z. B. Necaxa Méx. und die übrigen Dammausführungen von James Schuyler in Kalifornien usw.) die billigeren Erdstaudämme errichtet, bei denen die sonst hohen Kosten für Baustoffe gegen die Lohnkosten in den Hintergrund treten. Es spielt dabei keine Rolle, daß während der derzeitigen Wirtschaftskrise ein dringendes Bedürfnis nach Spitzenkraftwerken nicht besteht. Diese Speicherwerke werden sich viel schneller in die Wirtschaft einfügen als andere Notstandsarbeiten an Kanälen usw. Die Beschäftigung der Arbeitslosen kann kaum wirtschaftlicher verwendet werden, besonders für die Elektrizitäts-Industrie und -Betriebe. Der elektrische Ausbau würde dann allmählich entsprechend dem Bedarf folgen.

Die Feuermeldeanlage der Stadt Amsterdam.

Als sich in Amsterdam nach etwa 50jähriger Betriebszeit der alten Feuermeldeanlage die Notwendigkeit ergab, diese neu einzurichten, geschah dies unter Mitwirkung der Firma Siemens & Halske in der Weise, daß man das Fernsprech-Kabelnetz zur Feuermeldung heranzog. Grundsätzlich arbeitet die Anlage so, daß die Meldung über das Fernsprechamt, in dessen Bezirk der Melder liegt, zur Hauptfeuerwache gelangt und von hier an die zuständige Feuerwache weitergegeben wird[1] (Abb. 1). Amsterdam hat 5 Fernsprechämter, von denen jedes zwei Meldergruppen mit 100 Meldern (öffentliche oder private) aufnehmen kann. Der Melder ist so eingerichtet, daß er bei Ablauf des Uhrwerks vor den Stromstoßserien, die seine Nummer kennzeichnen, einen Vorimpuls gibt. Dieser Vorimpuls veranlaßt im Fernsprechamt das Anlaufen eines 100teiligen Anrufsuchers (zwei fünfzigteilige parallel geschaltet), der selbsttätig eine freie Verbindungsleitung zur Hauptwache aussucht. Die notwendige Betriebsicherheit ist einmal darin begründet, daß sowohl die Melderleitungen als auch die Verbindungsleitungen zwischen Amt und Hauptwache

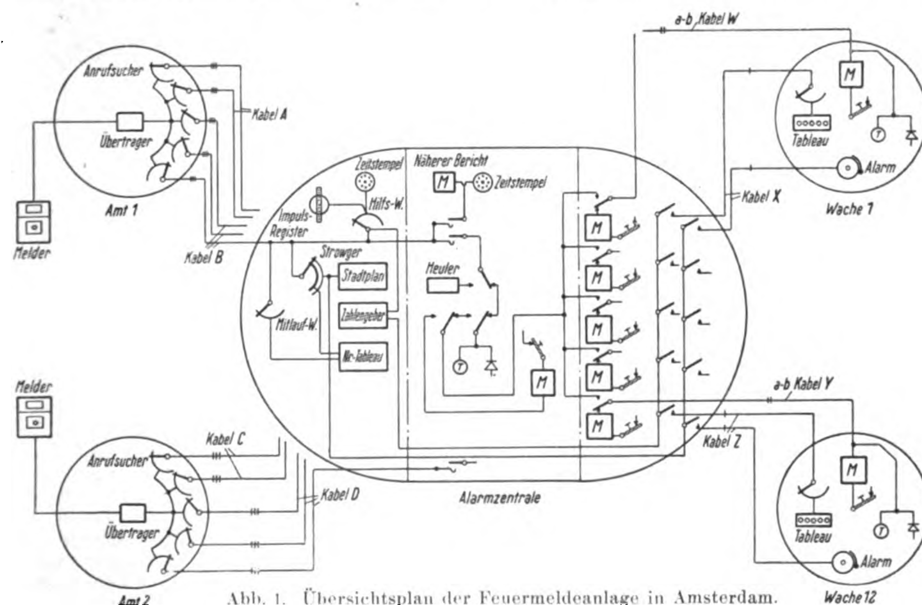


Abb. 1. Übersichtsplan der Feuermeldeanlage in Amsterdam.

[1] Maitland, Z. Fernm.-Techn. Bd. 12, S. 65 (1931).

unter ständiger Ruhestromüberwachung stehen. Eine Unterbrechung des Ruhestromes in den Melderleitungen bewirkt einmal eine Sperrung des gestörten Melders, indem eine Klappe herunterfällt und den Druckknopf verdeckt, ferner leuchten bei Störungen farbige Glühlampen im Fernsprechamt auf, wobei die einzelnen Farben genau die Art der Störung kennzeichnen. Die Verbindungsleitungen zwischen Amt und Hauptwache sind dadurch geschützt, daß sich der Anrufsucher auf eine gestörte Leitung nicht aufschalten kann, ferner wird auch hier jede Störung angezeigt. Vor allem aber ist die Sicherheit noch dadurch erhöht, daß jede Verbindungsleitung zwischen Anrufsucher des Amtes und Hauptfeuerwache dreifach vorhanden ist und daß diese drei Doppelleitungen auf mindestens zwei verschiedene Kabelwege verteilt sind. Die gleiche Maßnahme ist bei den Verbindungsleitungen von der Hauptwache zu den Unterwachen getroffen. Jedes Leitungspaar ist imstande, ein ausreichend eindeutiges Alarmzeichen zu übermitteln.

Von den Bestandteilen der Anlage sind neben dem grundsätzlichen Aufbau des Netzes zunächst die Feuermelder bemerkenswert (Abb. 2). Bei einer Leitungstörung sperrt sich der Melder selbsttätig durch eine heruntergehende Scheibe, auf der die Lage des nächsten Melders verzeichnet ist. Die Scheibe geht nach Behebung der Störung selbsttätig wieder zurück, allerdings wird jeder Melder nach einer Störung geprüft. Von den Einrichtungen der Fernsprechämter ist vor allem hervorzuheben, daß die Relaissätze genau wie in Selbstanschlußämtern mit einem Griff auszuwechseln sind. Die Signallampen leuchten nicht nur bei Störungen, sondern auch kurzzeitig nacheinander beim Betätigen eines Melders. Im Amt kann man deshalb genau beobachten, ob die Meldung bis zur Hauptwache durchging. Ferner vermag das Fernsprechamt im Notfall über die vorhandene direkte Leitung zur Hauptwache die Nummer des Melders anzugeben. Von den Einrichtungen der Hauptwache (Abb. 3) ist vor allem der große Stadtplan bemerkenswert, auf dem jeder öffentliche Melder mit einer weißen, jeder Privatmelder mit einer grünen Lampe sowie die einzelnen Wachen mit größeren Lampen vertreten sind. Diese Lampen leuchten bei Betätigung des zugehörigen Melders auf. Außerdem leuchtet an dem Schrank, auf dem die von den Fernsprechämtern kommenden Leitungen enden, die entsprechende Anruflampe auf. Sobald in die zugehörige Klinke der Stöpsel der Sprechgarnitur gesteckt ist, erscheint gleichzeitig auf einer Leuchttafel die Nummer des Melders. Ferner wird ein Doppellocher mit einem Zeitstempel eingeschaltet; dieser registriert einmal die Zeit des Einlaufs der Meldung, ferner die Zeit der Weitergabe an die Unterwache. Im übrigen geht diese Weitergabe so vor sich, daß nur ein Schalter umgelegt wird, wodurch die bei der Meldung vorbereitete Stellung eines Maschinenzahlengebers an zwei bevorzugte sowie an die mit entsprechenden Schaltern angelegten Wachen gegeben wird. Mit einem Stufenheuler läßt sich der betätigte Melder anrufen, um Passanten an den Fernsprecher des Melders zu holen. Die Sprechverbindung läßt sich an einem besonderen Schrank auf jede Wache legen. Auf ein Vorsignal hin werden die Wagen fertiggemacht, während der Führer die Brandadresse und etwaige Erläuterungen entgegennimmt.

Das gesamte Leitungsnetz ist der Fernsprechverwaltung abgemietet, der auch die Instandhaltung obliegt. Alle Feuermeldeleitungen sind besonders gekennzeichnet, dürfen nur mit besonderer Genehmigung z. B. getrennt werden und werden bei Reparaturarbeiten bevorzugt behandelt.

W. Jaekel.

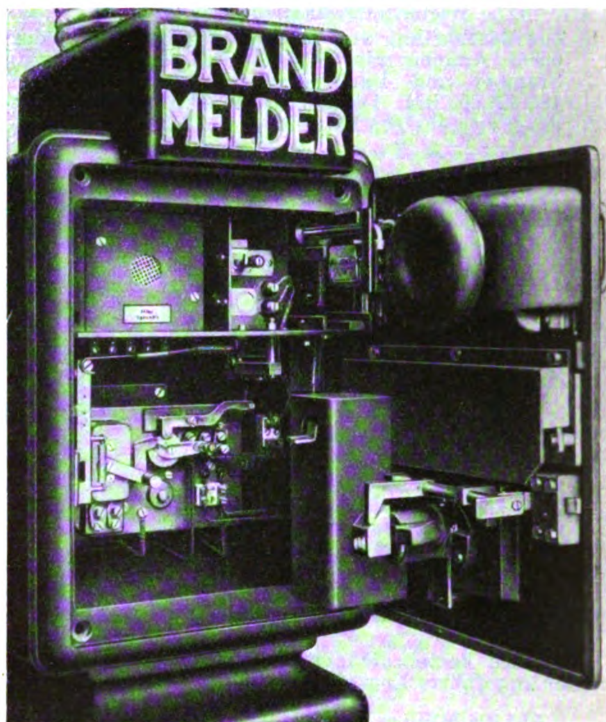
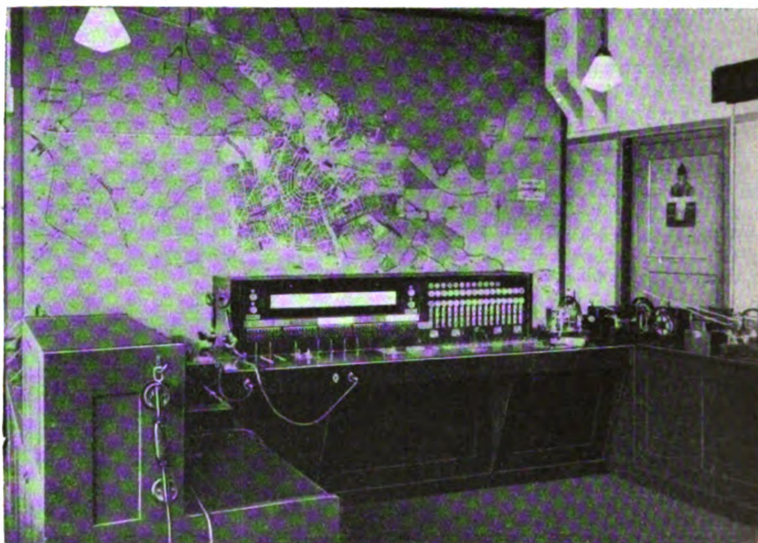


Abb. 2. Feuermelder, vollständig geöffnet.


Abb. 3. Die Hauptfeuerwache

Verzerrung der Kurvenform durch ungeeigneten Spannungsteiler.

(Mitteilung aus dem Elektrotechnischen Institut der T. H. Dresden.)

Von **Herbert Kind**, Dresden.

Übersicht. Die beliebten Schiebewiderstände eignen sich nicht für alle Versuche in gleicher Weise. Ihre Induktivität kann bei vielen Versuchen vernachlässigt werden, sie kann aber auch Fehler verursachen. Ein als Konstruktionsteil verwendeter Eisenstab zeigt sich als Störenfried; z. B. verzerrt er die Kurvenform, wenn der Widerstand als Spannungsteiler bei Wechselstrommessungen verwendet wird. Mit dem Oszillographen wurde diese Wirkung verfolgt und das Wesentlichste mitgeteilt. Besondere Beachtung verdient der Induktionsfluß Φ im Eisenstab.

Bei einer Untersuchung ergab sich statt der zu erwartenden Sinuskurve eine Kurve entsprechend i_c in Abb. 1 a. Auch nachdem die einfachere Schaltung Abb. 2 hergestellt war, blieb diese eigenartige Kurvenform erhalten. Ich glaubte auf eine Sättigungserscheinung im Eisen schließen zu dürfen und fand auch eine solche gesättigte Drossel in dem Spannungsteiler vor. Als Spannungsteiler war ein gewöhnlicher Doppelrohr-Schiebewiderstand verwendet worden. Die durch einen solchen Schiebewiderstand entstehende Induktivität bringt eine Phasenverschie-

bung von 30′ mit sich, wie die Rechnung zeigt, wenn k e i n Eisen vorhanden ist. Sie ist daher in den meisten Fällen, wo man mit Schiebewiderständen arbeitet, zu vernachlässigen. Anscheinend aus Gründen der einfacheren Konstruktion befindet sich im Rohrinnern zum Zusammenhalten des ganzen Widerstandes ein Eisenstab (6 mm Dmr.). Die Phasenverschiebung im Widerstand wird hierdurch größer. Bei 1,1 A je Rohr (18 % des maximal zulässigen Stromes) betrug sie rd. 2 °. Sie macht sich also in den meisten Fällen auch noch nicht bemerkbar. Aber eine Verzerrung der Kurvenform ist möglich, sobald das Eisen gesättigt ist. Diese Sättigung tritt schon sehr früh ein, da der Stab dünn ist. Der Strom i in dem Widerstand verläuft trotz der eisenlosen Drossel nicht sinusförmig, wie zu erwarten ist. Man erkennt es aus Abb. 1 b,

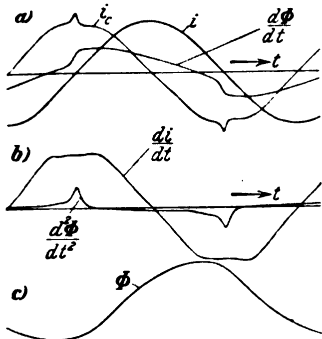
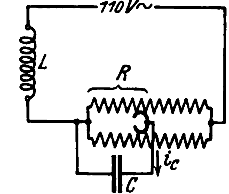


Abb. 1. Oszillogramme von i_c, i, $\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t$, $\mathrm{d}i/\mathrm{d}t$; abgeleitete Kurven $\mathrm{d}^2\Phi/\mathrm{d}t^2$, Φ (Maximalwerte von i_c 0,24 A, i 3,1 A, $\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t \cdot 10^{-8}$ 5 mV).



$C \approx 40\ \mu$F; $L = 0{,}16$ H (eisenlos). Daten des Spannungsteilers $R_{ges} = 13{,}8\ \Omega$; $R = 5{,}6\ \Omega$; je Rohr 314 Windungen auf 38 cm Länge, 6,5 A maximal

Abb. 2. Schematische Versuchschaltung.

wo ein Oszillogramm des Differentialquotienten $\mathrm{d}i/\mathrm{d}t$ abgebildet ist; er verläuft nach einer Trapezkurve. Legt man einen Kondensator C an den Spannungsteiler, so erhält man als Ladestrom i_c eine stark verformte Sinuskurve. Alle diese Verzerrungen verschwinden, sobald ein eisenloser, möglichst induktionsfreier Spannungsteiler verwendet wird. Um die Ursache dieser Verzerrungen deutlich erkennbar zu machen, wurde im Oszillogramm mit Hilfe einer Hilfsspule, die über den Eisenstab geschoben wurde, die EMK $\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t$ festgehalten. Die Erklärung für den Verlauf von i_c ergibt sich rechnerisch aus

$$u_c = \frac{1}{C}\int i_c\,\mathrm{d}t = R\,i + W\,\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$$

$$i_c = C\,R\,\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} + C\,W\,\frac{\mathrm{d}^2\Phi}{\mathrm{d}t^2}.$$

In Abb. 1 b ist aus $\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t$ der zweite Differentialquotient konstruiert worden. Addiert man die beiden Kurven $\mathrm{d}i/\mathrm{d}t$ und $\mathrm{d}^2\Phi/\mathrm{d}t^2$ unter Berücksichtigung der Maßstäbe, so erhält man die Kurve i_c, wie ohne weiteres zu erkennen ist. In Abb. 1 c ist die Integralkurve Φ zu $\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t$ konstruiert worden. Die Nullinie von Φ wurde absichtlich nicht eingezeichnet, da sie nicht einwandfrei feststeht. Der Induktionsfluß Φ verläuft nicht sinusförmig, sondern nähert sich bereits der Rechteckform; er eilt dem Strom i um rd. 50 ° nach. Der Grund ist darin zu suchen, daß im Eisen starke Wirbelströme entstehen und Stromverdrängung in die Randzone des Eisens stattfindet. Die mittlere Induktion B im Eisen ist deshalb nicht hoch. Die Wirbelströme wirken stark als Gegen-Amperewindungen. Der Eisenstab wird durch sie erwärmt und heizt das Widerstandsrohr von innen. Wenn den Wirbelströmen der Weg verlegt wird, indem man das Eisen unterteilt, so hat der Differentialquotient $\mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t$ einen Verlauf ähnlich der Stoßspannung zur Frequenzvervielfachung.

Dieser Eisenstab kann bei Wechselstrommessungen wegen des starken Streufeldes benachbarte Meßgeräte beeinflussen und zu Fehlmessungen Anlaß geben. Diese Streuung kann sich auch bei Gleichstrommessungen bemerkbar machen. Es ist sogar möglich, daß der remanente Magnetismus störend wirkt, da er relativ stark ist. Wie groß der remanente Magnetismus sein kann, erkennt man daraus, daß erst ein Gegenstrom von 0,5 A seine Wirkung aufhebt, wenn vorher 3 A durch den Doppelwiderstand gegangen sind. Dabei stellen 3 A nur ¼ des maximal zulässigen Stromes dar.

Aus allem erkennt man, daß Vorsicht beim Arbeiten mit einem solchen Widerstand angebracht ist. Sicherlich wäre es gut, wenn der Eisenstab bei der Herstellung von Schiebewiderständen durch ein nicht magnetisches Element ersetzt werden könnte.

Spannungsanstieg beim Unterbrechen der Sekundärseite eines Stromwandlers.

Von H. Schunck, Falkensee b. Spandau.

Übersicht. Der Scheitelwert der Spannung beim Öffnen des Stromwandlers ist unabhängig von der Krümmung der Magnetisierungslinie gleich

$$\frac{\text{Scheitelspannung des geschlossenen Wandlers}}{\text{Übersetzungsfehler}}.$$

Bei Parallelschaltung eines Sperrkreises tritt nur der Spannungsanstieg der Grundwelle in Erscheinung, der mit zunehmender Sättigung des Wandlers rasch abnimmt.

Wird der Sekundärkreis eines Stromwandlers, z. B. durch Bruch der Meßleitung, geöffnet, so erfolgt eine starke Erhöhung der Induktion im Kern und der Spannung an den Sekundärklemmen. Dadurch kann eine Zerstörung des Wandlers sowie eine Gefährdung des Personals eintreten, letzteres besonders, wenn die Sekundärspannung mit Rücksicht auf lange Meßleitungen oder Übertragung des Meßstroms durch Freileitungen von vornherein verhältnismäßig hoch sein muß. Es sei z. B. die Aufgabe gestellt, für eine Leistungsregelung einen Meßstrom auf 15 km Entfernung auf einer Freileitung $2 \cdot 6\ \mathrm{mm}^2$ Cu (Schleifenwiderstand 100 Ω) zu übertragen, wobei am Ende der Leitung eine Leistung von 30 VA zur Verfügung stehen muß. Eine überschlägige Rechnung ergibt, daß der Übertragungstrom zweckmäßig mit 0,5 A gewählt wird, wodurch sich 25 VA Leistungsverlust und $\frac{30 + 25}{0{,}5} = 110$ V Spannung an den Sekundärklemmen (bei maximalem Strom) ergeben.

Es ist in solchen Fällen wünschenswert, die Größe der bei Leitungsbruch auftretenden Induktion und Spannung zu kennen. Der geöffnete Stromwandler wird dabei als Drosselspule von gegebenen Kern- und Windungsabmessungen betrachtet, die im normalen Betrieb nur vom Fehlerstrom des Wandlers (z. B. 1 ⋯ 2 % des Normalstroms), bei Leitungsbruch jedoch vom vollen Normalstrom magnetisiert wird und deren Klemmenspannung zu ermitteln ist. Dabei kann der Magnetisierungstrom als sinusförmig angesehen werden. Als analytischer Ansatz für die Magnetisierungskurve sei der von L. D r e y f u s[1] angegebene $\Phi = A$ arc tg $w \times i/S + B w \cdot i/S$ verwendet. Abb. 1 zeigt eine so dargestellte Magnetisierungskurve mit den besonderen für legiertes Blech gültigen Werten $B = 8700 \cdot \text{arc tg}\ w \cdot i/S + 183\, w \cdot i/S$.

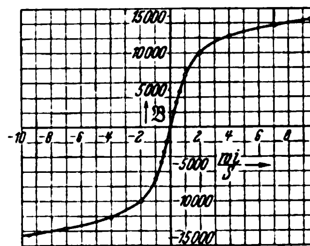


Abb. 1.

Es ergibt sich:

$$e = w \cdot \mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t = w \cdot \mathrm{d}/\mathrm{d}t\,(A\ \text{arc tg}\ w \cdot i/S + B\,w \cdot i/S)$$

und, da $i = I \sin \omega t$,

$$e = w \cdot \mathrm{d}/\mathrm{d}t\,(A\ \text{arc tg}\ w \cdot I/S \sin \omega t + B\,w \cdot I/S \sin \omega t)$$

$$e = w\left[A\,\frac{w \cdot I/S\,\omega \cos \omega t}{1 + (w \cdot I/S \sin \omega t)^2} + B\,w \cdot I/S\,\omega \cos \omega t\right].$$

Dieser Wert hat sein Maximum bei $\omega t = 0$:

$$e_{max} = \omega\,w \cdot I/S\,[A + B].$$

Der Scheitelwert (der nicht sinusförmigen) Spannung ist also dem Magnetisierungstrom proportional und dem Scheitelwert derjenigen sinusförmigen Spannung gleich,

[1] L. D r e y f u s, Arch. Elektrotechn. Bd. 2, S. 343 (1913).

die sich mit einer geraden Charakteristik ergäbe, welche die tatsächliche Magnetisierungskurve im Nullpunkt berührt. Dieses Ergebnis erscheint selbstverständlich, wenn man beachtet, daß jeder Momentanwert der Spannung — sobald $\Phi = f(t)$ gegeben ist — durch $d\Phi/dt$ eindeutig bestimmt ist und damit vom weiteren Verlauf der Kurve $\Phi = f(t)$ bzw. $\Phi = \varphi\,(I \cdot w/S)$ unabhängig sein muß.

Eine gerade und eine gekrümmte Magnetisierungskurve, die im Nullpunkt gleiche Neigung haben, ergeben also bei gleichem Magnetisierungsstrom notwendigerweise die gleichen Scheitelwerte der Spannung. Der Unterschied ist lediglich der, daß im ersteren Fall eine sinusförmige Spannung entsteht, im zweiten ein Gemisch aus den (wie eine nähere Untersuchung zeigt: ungeraden) Vielfachen der Grundschwingung. Für das oben angeführte Beispiel heißt das: Beträgt bei einem Wandler bei irgendeiner Sekundärspannung (gegeben durch die Bürde) der induktive Teil des Fehlerstroms 2 % des Normalstroms, dann ist die sekundäre Spannung bei geöffneten Sekundärklemmen und Normalstrom auf der Primärseite das 50fache davon. Wenn der Wandler des Beispiels also bei 155 V_{max} Sekundärspannung 2 % Fehlerstrom hat, dann ist bei geöffneten Klemmen mit einer Spannung von 7800 V zu rechnen. Bemerkenswert ist, daß der Spannungsanstieg von den Werten der Induktion vollkommen unabhängig ist. Die Induktion steigt z. B. (s. Abb. 1) von $B = 1780$ $(w \cdot i/S = 0{,}2)$ auf den 8,3fachen Wert $B = 14\,800$ $(w \cdot i/S = 10)$ oder von $B = 888$ $(w \cdot i/S = 0{,}1)$ auf den 14,5fachen Wert $B = 12\,800$ $(w \cdot i/S = 5)$; in beiden Fällen ist der Spannungsanstieg das 50fache.

Abb. 2.

Abb. 3.

Durch Einbau eines Sperrkreises mit der Eigenfrequenz der Grundschwingung (z. B. $f = 50$) parallel zum Wandler (Abb. 2) kann der Spannungsanstieg beim Öffnen der Sekundärklemmen wesentlich niedriger gehalten werden. Der Sperrkreis bedeutet nämlich für die beim Öffnen des Sekundärkreises entstehenden Oberschwingungen einen Kurzschluß, so daß nur noch der Spannungsanstieg der Grundwelle in Erscheinung treten kann.

Der Spannungsanstieg der Grundwelle läßt sich folgendermaßen errechnen:

$$e = w\left[A\,\frac{w\,I \cdot \omega/S\cos\omega t}{1 + (w \cdot I/S\sin\omega t)^2} + \frac{B\,w\,I\,\omega\cos\omega t}{S}\right]$$
$$= \omega\,I\,[L_0 \cdot L/L_0\cos\omega t + L_e\cos\omega t].$$

L_0 und L_e sind konstante Selbstinduktionskoeffizienten. Der Wert $\frac{L}{L_0} = \frac{1}{1 + (w \cdot I/S\sin\omega t)^2}$ ist vom Strom und der Zeit abhängig. Er kann berechnet werden, wenn man den Ausdruck

$$\frac{L}{L_0}\cos\omega t = \sum_{n=1}^{n=\infty}(p_n\cos n\,\omega t + q_n\sin n\,\omega t)$$

setzt. Es ergibt sich daraus für die Grundschwingung

$$\frac{L}{L_0} = p_1 = 2 \cdot \frac{\sqrt{1 + (w \cdot I/S)^2} - 1}{(w \cdot I/S)^2} = \frac{2}{a^2}\left\{\sqrt{1 + a^2} - 1\right\}.$$

Dieser Wert ist in Abb. 3 dargestellt.

Es sei nun der Spannungsanstieg der Grundwelle beim Öffnen des Sekundärkreises unter vier verschiedenen Annahmen ermittelt.

Beispiele:

1. Fehlerstrom gleich 2 % des Normalstroms bei $B = 888$ $(w \cdot I/S = 0{,}1)$.

Die Induktion bei offenen Sekundärklemmen und Normalstrom beträgt $B = 12\,800$ $(w \cdot I/S = 5)$,
die Scheitelspannung der Grundwelle bei geschlossenem Sekundärkreis:

$$E_g = k\,\omega\,w\,(8700 \cdot 0{,}1 + 183 \cdot 0{,}1) = k\,\omega\,w \cdot 888{,}3,$$

bei offenem Sekundärkreis:

$$E_0 = k\,\omega\,w\,(8700 \cdot 0{,}33 \cdot 5 + 183 \cdot 5) = k\,\omega\,w \cdot 15250,$$

$$\text{Verhältnis}\ \frac{E_0}{E_g} = \frac{15\,250}{888{,}3} = 17{,}2, \qquad \frac{L}{L_0} = 0{,}33.$$

2. Fehlerstrom gleich 2 % des Normalstroms bei $B = 1780$ $(w \cdot I/S = 0{,}2)$.

Die Induktion bei offenen Sekundärklemmen und Normalstrom beträgt $B = 14\,800$ $(w \cdot I/S = 10)$,
die Scheitelspannung der Grundwelle bei geschlossenem Sekundärkreis:

$$E_g = k\,\omega\,w\,(8700 \cdot 0{,}99 \cdot 0{,}2 + 183 \cdot 0{,}2) = k\,\omega\,w \cdot 1757,$$

bei offenem Sekundärkreis:

$$E_0 = k\,\omega\,w\,(8700 \cdot 0{,}18 \cdot 10 + 183 \cdot 10) = k\,\omega\,w \cdot 17\,480,$$

$$\text{Verhältnis}\ \frac{E_0}{E_g} = \frac{17\,480}{1757} = 10, \qquad \frac{L}{L_0} = 0{,}18.$$

3. Fehlerstrom gleich 2 % des Normalstroms bei $B = 3530$ $(w \cdot I/S = 0{,}4)$.

Die Induktion bei offenen Sekundärklemmen und Normalstrom beträgt $B = 16\,860$ $(w \cdot I/S = 20)$,
die Scheitelspannung der Grundwelle bei geschlossenem Sekundärkreis:

$$E_g = k\,\omega\,w\,(8700 \cdot 0{,}96 \cdot 0{,}4 + 183 \cdot 0{,}4) = k\,\omega\,w \cdot 3413,$$

bei offenem Sekundärkreis:

$$E_0 = k\,\omega\,w\,(8700 \cdot 0{,}095 \cdot 20 + 183 \cdot 20) = k\,\omega\,w \cdot 20\,160,$$

$$\text{Verhältnis}\ \frac{E_0}{E_g} = \frac{20\,160}{3413} = 6{,}33, \qquad \frac{L}{L_0} = 0{,}095.$$

4. Fehlerstrom gleich 2 % des Normalstroms bei $B = 5300$ $(w \cdot I/S = 0{,}6)$.

Die Induktion bei offenen Sekundärklemmen und Normalstrom beträgt $B = 18\,900$ $(w \cdot I/S = 30)$,
der Scheitelwert der Grundwelle bei geschlossenem Sekundärkreis:

$$E_g = k\,\omega\,w\,(8700 \cdot 0{,}92 \cdot 0{,}6 + 183 \cdot 0{,}6) = k\,\omega\,w \cdot 4710,$$

bei offenem Sekundärkreis:

$$E_0 = k\,\omega\,w\,(8700 \cdot 0{,}0644 \cdot 30 + 183 \cdot 30) = k\,\omega\,w \cdot 22\,300,$$

$$\text{Verhältnis}\ \frac{E_0}{E_g} = \frac{22\,300}{4710} = 4{,}74, \qquad \frac{L}{L_0} = 0{,}0644.$$

Man entnimmt den Beispielen, daß bei der vorgeschlagenen Kurzschließung der höheren Harmonischen durch die Einschaltung eines auf die Grundwelle abgestimmten Sperrkreises sowohl die Induktion als auch der Spannungsanstieg beim Öffnen des Sekundärkreises in erträglichen Grenzen gehalten werden können.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 320.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898 betreffend die elektrischen Maßeinheiten wird die Prüfbefugnis des Elektrischen Prüfamtes 11 in Ravensburg wie folgt erweitert:

Für Wechsel- und Drehstrom	Bis 1000 A	20 000 V im Amt
	„ 500 A	15 000 V am Betriebsort
	„ 300 A	55 000 V „ „

Berlin-Charlottenburg, den 29. VI. 1932.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
Paschen.

[1] Reichsministerialblatt 1932, S. 439.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Zur Einweihung des Kembser Kraftwerks. — Nach einem Bericht der Rhein.-Westfäl. Ztg. ist das zum großen Teil mit deutschen Reparationszahlungen errichtete Kraftwerk Kembs kürzlich mit zwei Turbosätzen von je rd. 24 300 kW in Betrieb gesetzt worden. Das Rheinwehr kann indessen erst im Frühjahr 1933 vollendet werden; der für dieses ursprünglich angesetzte Betrag von rd. 11 Mill RM[1] ist inzwischen auf rd. 31,3 Mill Reichsmark angewachsen. Die zu 49,5 Mill RM berechneten Baukosten des Kanals und des Kraftwerks haben sich auf rd. 92,4 Mill RM erhöht. Wenn die im März 1932 genannte Gesamtsumme von rd. 123,7 Mill RM zutrifft, wird die erzeugte Kilowattstunde annähernd 3,3 Pf statt, wie zunächst berechnet, 1,98 Pf kosten. Aus Äußerungen des Unterstaatssekretärs Margaine geht hervor, daß vorläufig unterhalb des Kembser Werks keine weitere Kanalstufe ausgebaut werden soll, weil z. Z. ein Überangebot an elektrischer Arbeit bestehe und man neue Wasserkraftanlagen daher nur bei entsprechendem Bedarf schaffen könne. Danach ist anzunehmen, daß ein 1931 im französischen Parlament eingebrachter Gesetzentwurf, der zur Ausführung von sieben Staustufen zwischen Kembs und Straßburg einen Kredit von je rd. 25 Mill RM zur Verfügung stellen sollte, von der Regierung aus finanziellen Gründen vorerst nicht weiter verfolgt werden wird. *fm*

Leitungen.

Isolatoren für englische Industriegebiete. — Leitungsschwingungen. — Während im allgemeinen die gebräuchlichen Isolatorausführungen sich durchaus bewährt haben, treten in bestimmten Bezirken Mängel auf, die durch Schmutzablagerungen, besonders bei Nebel, hervorgerufen werden[2]. Dies gilt vor allem für Industriegebiete. In einem 66 kV-Netz der Newcastle-upon-Tyne, das streckenweise sogar mit 5 statt 4 Hängern ausgerüstet wurde, müssen die Isolatoren wenigstens alle 6 Monate, stellenweise sogar alle 3 Monate gereinigt werden, um einen leidlich zuverlässigen Betrieb zu sichern. Jede Reinigung kostet etwa 62 RM/km für den Stromkreis. Trotzdem sind mit diesen Reinigungen die Schwierigkeiten nicht behoben. Die vom Wind landeinwärts getragenen Salznebel zeigten sich nicht so schädlich wie die Rußablagerungen, die außer den Verbrennungsprodukten der Kohle erhebliche Mengen verschiedener Salze enthalten; der Gesamtgehalt des Schmutzes an NaCl betrug nur 1,5 %. Die Hauptschädigungen dürften von Kohlenstaubfeuerungen und chemischen Fabriken stammen, ferner von Braunkohlenwerken. Die Schmutzablagerungen erfolgen meist auf der Unterseite der Isolatoren, zumal wenn diese eingeschlossen und geschützt ist. Wo die Gestalt des Isolators den Windstrom in Wirbelbewegung versetzt oder seine Geschwindigkeit verlangsamt, setzt sich der Staub leicht auf der betreffenden Oberfläche ab.

Häufiger Regen kann die Oberseite der Isolatoren rein erhalten, so daß dem (in England sehr häufigen) Regen ausgesetzte Isolatoren, vor allem auch Abspannisolatoren, sich gut verhielten. Für die vorliegenden Verhältnisse sind nach Ansicht des Verfassers im Gegensatz zu der im allgemeinen in Deutschland üblichen Auffassung alle gegen Regen geschützten Oberflächenteile (also die Rippen auf der Unterseite des Isolatortellers wie auch die Unterseite von schirmförmigen Mänteln) für die Isolation wertlos, da sie im Laufe der Zeit verschmutzen und leitend werden (vgl. den stark ausgezogenen Oberflächenteil in Abb. 1). Stattdessen wird für die englischen Verhältnisse (häufiger Regen!) ein Isolator nach Abb. 2 empfohlen. Bei diesem sind alle Rippen auf der Oberseite des Isolators, u. zw. „nicht überhängend" so angeordnet, daß sie dem Wind und Regen frei zugänglich sind, und damit ein möglichst großer Teil des Kriechweges der reinigenden Wirkung der Witterung ausgesetzt ist[3].

Ähnliche Formen sind schon früher in Amerika entwickelt worden; sie sollen sich durchaus bewährt haben[4]. Auch läßt sich eine etwa doch erforderlich werdende künstliche Reinigung bei dieser Isolatorform besonders leicht durchführen. Vergleichsversuche mit tiefen Kammern auf der Unterseite des Isolators haben derartige Isolatoren im vorliegenden Falle als ungeeignet erwiesen, da hier die reinigende Wirkung des Regens für die „geschützten" Flächen wegfällt.

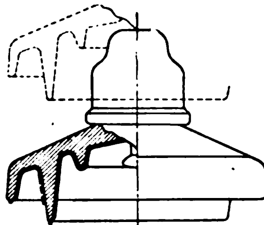


Abb. 1. Isolator bisheriger Bauart mit auf der Unterseite angeordneten Rippen.

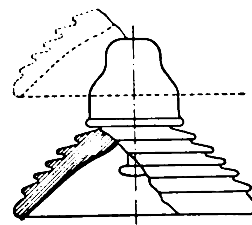


Abb. 2. Isolator nach Vorschlag von Ryle mit auf der Oberseite angeordneten, nicht überhängenden Rippen.

Die gegen Regen geschützten, im Laufe der Zeit stark verschmutzten Isolierflächen sind in Abb. 1 u. 2 stark ausgezogen.

Aus einem späteren Aufsatz des gleichen Verfassers sei folgendes mitgeteilt:

Zur Feststellung ihres Verhaltens sind verschiedene Isolatoren inmitten des Industriegebietes einem Dauerversuch unter freiem Himmel ausgesetzt worden[1]. Hierbei behielt der oben vorgeschlagene Isolator eine reine Oberseite, während die untere Glockenfläche sich völlig mit Schmutz überzog. Entsprechend waren an allen anderen untersuchten Formen die Unterseiten, die Regen und Wind nicht zugänglich sind, mit einer zusammenhängenden Schmutzkruste bedeckt; vor allem sammelt sich Schmutz, wenn auch in geringerem Maße, unter hängenden Dächern auch auf der Außenseite, wie sie an Stützenisolatoren und an den amerikanischen Nebelisolatoren angebracht sind. Allerdings ist nicht festgestellt, in welchem Umfang die beobachteten Verschmutzungen die Isolierfähigkeit vermindern; aus dem Bilde des verschmutzten Isolators können keine allzu weittragenden Schlüsse gezogen werden, da im bedrohlichsten Falle, nämlich unter Nebel, auch sonst saubere Teile ihre Isolierfähigkeit stark einbüßen, während anderseits mäßig verschmutzte Strecken nicht unbedingt wertlos zu sein brauchen. So stellt auch der Verfasser Richtlinien für die endgültige Ausführung gegen Vorschmutzung gesicherter Isolatoren erst nach jahrelanger Beobachtung in Versuchsfeld und Betrieb in Aussicht, bezweifelt jedoch die Möglichkeit einer Lösung, die auch bei den höchsten Spannungen einen Betrieb ohne Unterbrechungen für Reinigung gestattete. In dieser Hinsicht werden von anderer Seite die Aussichten günstiger eingeschätzt[2].

In der Aussprache erwähnt E. H. Rayner Versuche, durch Messung von Kapazität und Verlustwinkel der verschmutzten Ketten ein Bild über die Betriebstüchtigkeit zu gewinnen; verwertbare Ergebnisse werden noch nicht vorgelegt. Für die Reinigungskosten verschmutzter Stromkreise werden von anderer Seite fast doppelt so hohe Werte genannt wie vom Verfasser.

Der zweite Teil der am Anfang dieses Berichts referierten Arbeit behandelt die verschiedenen Arten der Leitungsschwingungen, die Energiequellen hierfür und ihre Verteilung längs des Leiters die schädlichen Einflüsse der Schwingungen, die Durchbildung der Leitungsklemmen und Armaturen zwecks Vermeidung oder Verminderung der nachteiligen Schwingungen sowie Hinweise für künftige Forschungen. Als Hilfsmaßnahmen gegen die Schwingungen werden zwei Möglichkeiten erörtert, nämlich entweder die Ermüdung des Leitungsseiles oder die Schwingungen selbst zu bekämpfen.

Die erste Maßnahme besteht in einer Verstärkung des Leitungsdrahtes innerhalb und zu beiden Seiten der Leitungsklemme durch Metallstäbe oder -drähte, die den größten Teil der bei Schwingungen gerade an dieser Stelle besonders stark auftretenden Biegungs- und Schwerbeanspruchungen aufnehmen sollen.

Die zweite Maßnahme sieht die Anbringung irgendeiner innerhalb der Spannweite zwischen zwei Masten angebrach-

[1] 1 RM = rd. 6 Fr.
[2] ETZ 1931, S. 438.
[3] ETZ 1931, S. 273.
[4] Electr. Engg. (A. I. E. E.) Bd. 50, S. 101 (1931).

[1] Vgl. R. J. C. Wood, J. Amer. Inst. electr. Engr., Bd. 48, S. 900 (1929); ETZ 1931, S. 117.
[2] Har. Müller, Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol., H. 56, 1931.

ten Dämpfungsvorrichtung vor, beispielsweise ein zusätzliches Seilstück mit beiderseits befestigten Massen. Die dämpfende Wirkung beruht in diesem Falle in der inneren Reibung dieses Zusatzteiles. Andere Dämpfungsvorrichtungen benutzen die Bewegung eines Kolbens in einem zylindrischen Gefäß in Öl oder dgl. Auch die Möglichkeit der Verwendung eines Kraftwagen-Stoßdämpfers wird zum gleichen Zweck erwähnt. U. U. können die Dämpfungsvorrichtungen auch an Abspannketten befestigt werden.

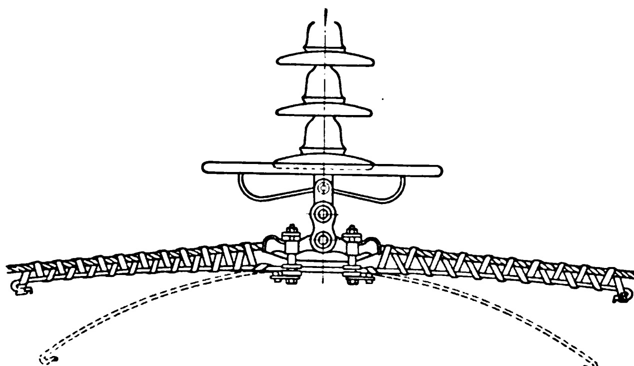


Abb. 3. Dämpfungsvorrichtung nach Ryle gegen Leitungsschwingungen.

Abb. 3 veranschaulicht eine nach beiden Gesichtspunkten wirksame Ausführung. Bei dieser wird ein in der Abbildung punktiert in seiner ursprünglichen Lage gezeichneter federnder Stab durch Lederriemen mit dem in einer normalen Klemme befestigten Leitungseil verbunden, wodurch die Schwingungen unterdrückt oder zum mindesten gedämpft werden sollen.

Für zukünftige Forschungen wird u. a. folgendes empfohlen:

Feststellung der Größe der dem Seil durch Wind zugeführten Energie, insbesondere Einfluß des Leitungsdurchmessers und seiner Oberflächenbeschaffenheit hierauf,

Untersuchung der inneren Dämpfung, herrührend von der inneren elastischen Hysterese, der inneren Reibung zwischen den verseilten Einzeldrähten, des Einflusses der Seilkrümmung auf die Dämpfung,

Ermittlung der Wirksamkeit der verschiedenen Arten von Dämpfungsvorrichtungen und Erforschung neuer Möglichkeiten usw.

Für deutsche Leser mögen manche der vom Verfasser im Originalaufsatz aufgeworfenen Fragen als bereits gelöst erscheinen; auch fällt auf, daß die deutsche Literatur über diese Fragen im Gegensatz zu der englischen und amerikanischen unerwähnt geblieben ist. (Electr. Rev. Bd. 108, S. 276; J. Instn. electr. Engr., London Bd. 69, S. 805.) *Stk. — W. W.*

Beleuchtung.

Die Züricher Tagung des Studienkomitees für Luftverkehrsbeleuchtung der Internationalen Beleuchtungskommission. — Vom 3. bis 7. X. 1932 fand in Zürich eine Tagung des Studienkomitees für Luftverkehrsbeleuchtung der Internationalen Beleuchtungskommission statt. Die Leitung der Tagung lag in Händen des Präsidenten der Internationalen Beleuchtungskommission, Herrn Dir. Dr. A. R. Meyer (Berlin). An der Tagung beteiligten sich die Staaten Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Holland, Japan, Polen, Schweden, Schweiz und Tschechoslowakei. Der Zweck der Tagung war, die seinerzeit in Berlin[1] 1930 gefaßten und in Cambridge 1931[2] bestätigten Empfehlungen, die vorwiegend allgemeiner grundlegender Natur waren, in Einzelheiten auszubauen und die Richtlinien für die zukünftige einheitliche Ausgestaltung des Befeuerungswesens im Nachtluftverkehr zu erweitern. Als Ergebnis der Tagung läßt sich feststellen, daß der Erfahrungsaustausch über die zur Zeit wichtigsten Fragen der Flughafen- und Flugstreckenbefeuerung zu einer großen Reihe von Empfehlungen geführt hat, die für die Weiterentwicklung, besonders für den Bau von Neuanlagen, im Nachtluftverkehr von großer Bedeutung sein werden. Es soll im folgenden ein kurzer Überblick über die praktische Bedeutung der zahlreichen Empfehlungen gegeben werden. Zunächst die Flughafenbefeuerung. Als Mindestausrüstung eines Nachtflughafens verlangen die Züricher Empfehlungen das Vorhandensein eines Ansteuerungsfeuers, von Hindernisfeuern, Umrandungsfeuern, Landebahnleuchten und eines beleuchteten Windanzeigers.

[1] Vgl. F. Born, ETZ 1930, S. 1202.
[2] Vgl. F. Born, ETZ 1931, S. 1377.

Auf den deutschen Nachtflughäfen sind aus wirtschaftlichen Gründen zur Zeit noch keine Landebahnleuchten in Gebrauch. Es steht aber zu erwarten, daß, sobald die bereits in Gang befindlichen Versuche mit Landebahnleuchten zu einem befriedigenden Ergebnis geführt haben, an Stelle der bisher üblichen Landebahnfeuer auch bei uns Landebahnleuchten verwandt werden. Im einzelnen wird von den Landebahnleuchten verlangt, daß sie in jeder zulässigen Landerichtung ein Rechteck von 300 · 100 m mit einer Vertikal-Beleuchtungstärke von mindestens 1,5 int. Lux ausleuchten. Zwecks Blendungsvermeidung darf die obere Grenze des Lichtbündels die Horizontale nicht überschreiten.

Bezüglich der Flughafen-Ansteuerungsfeuer wurde den Berliner und Cambridger Empfehlungen nichts Neues hinzugefügt.

Als zu befeuernde Flughafenhindernisse gelten solche Hindernisse, die, falls sie 500 bis 1000 m vom Rollfeld entfernt sind, eine Höhe von 25 m überschreiten. Beträgt der Abstand vom Rollfeld weniger als 500 m, so sind sie zu befeuern, wenn ihre Höhe $^1/_{20}$ ihres Abstandes von der Rollfeldgrenze überschreitet. Die Hindernisfeuer müssen fest und rot sein (Farbton nicht unterhalb 612 mμ; Sättigung nahezu 100 %). Ausgedehnte Hindernisse (z. B. Gasometer) müssen so befeuert werden, daß die Gesamtumrisse erkennbar sind. Für den Lampenabstand der horizontalen und der vertikalen Begrenzungen werden bestimmte Zahlen empfohlen. Dünne Hindernisse (z. B. Schornsteine) sollen je nach ihrer Höhe mit einer verschiedenen Anzahl vertikal untereinander angeordneter Hindernisfeuer ausgerüstet werden. Aus Sicherheitsgründen sollen die Spitzenfeuer aller Hindernisse verdoppelt werden, soweit nicht selbsttätige Lampenwechsler oder ähnliche Einrichtungen in Gebrauch sind. Die Feuer müssen so angeordnet sein, daß die Umrisse der Hindernisse in allen Vertikalebenen von 30 ° unterhalb der Horizontalen bis zum Zenit sichtbar sind. Die Mindestlichtstärke der Feuer über den gesamten Sichtbereich soll 5 int. Kerzen, der Mindestlichtstrom 60 Lumen betragen, stets rot gemessen.

Die Umrandungsfeuer sollen von den Hindernisfeuern gut unterscheidbar sein. Es wird empfohlen, sie orangefarbig zu halten (Farbton zwischen 594 und 598 mμ; Sättigung nahezu 100 %). Die Unterscheidbarkeit von den Hindernisfeuern kann auch durch Wahl einer anderen Form erfolgen, wie es z. B. in Deutschland durch Verwendung langgestreckter Neonröhren erreicht wird. Die Höhe der Lichtquelle über dem Boden soll normal zwischen 0,65 m und 1,30 m liegen, der gegenseitige Abstand der Feuer möglichst genau 100 m betragen. Die Anordnung soll so sein, daß die Form des Rollfeldes aus der Luft erkennbar ist. Der Sichtwinkel soll sich von 5 ° unter dem Horizont bis zum Zenit und über den ganzen Azimut erstrecken. Als Mindestlichtstärke wird 5 int. Kerzen, als Mindestlichtstrom 60 Lumen, stets farbig gemessen, empfohlen.

Zur Kennzeichnung der günstigsten Einschwebestelle können einzelne Umrandungsfeuer durch grüne Einschwebefeuer ersetzt werden (Farbton zwischen 490 und 530 mμ; Sättigung mindestens 42 %). Die Eigenschaften der Einschwebefeuer sollen im übrigen die gleichen sein wie die der Umrandungsfeuer.

Der beleuchtete Windanzeiger soll die Form des Buchstabens T haben mit einer Balkenlänge von nicht weniger als 5 m. Das Licht soll weiß oder blau, jedoch nie rot sein und nicht blinken.

Es wurden ferner noch Empfehlungen über Signallichter gefaßt. Empfohlen wird bei Verwendung elektrischen Lichtes die Anordnung der Lampen in einem horizontal liegenden gleichseitigen Dreieck zwecks deutlicher Unterscheidung von den übrigen roten und grünen Lichtern des Flughafens.

Als Mindestausrüstung der Flugstrecke sind in den Züricher Empfehlungen Flugstreckenfeuer und Flugstreckenhindernisfeuer vorgesehen.

Die Empfehlungen über die Flugstreckenfeuer lassen zwei Systeme zu. Das in Deutschland und in allen anderen Ländern mit Ausnahme von Frankreich übliche System besteht aus starken Flugstreckenfeuern, deren Kennung längs einer Flugstrecke oder eines Flugstreckenabschnittes stets die gleiche ist. Hilfslandeplätze werden häufig durch Zusatzfeuer angezeigt. Zwischenfeuer werden im allgemeinen nicht gesetzt. Das in Frankreich übliche Flugstrecken-Befeuerungsystem sieht starke Flugstreckenfeuer nur in der Nähe von Hilfslandeplätzen vor.

Zwischen den starken Feuern stehen schwächere Zwischenfeuer.

Als Flugstreckenhindernis gelten mehr als 60 m hohe Gebäude, die sich bis zu 5 km zu beiden Seiten einer offiziell anerkannten Flugstrecke befinden, sowie andere Hindernisse, wenn sie infolge ihrer Höhe oder ihrer Lage den Luftverkehr gefährden. Im übrigen soll die Befeuerung der Flugstreckenhindernisse im wesentlichen den gleichen Bedingungen genügen wie die Flughafenhindernisfeuer.

Die Züricher Empfehlungen stehen in den Nationalen Komitees der einzelnen Länder nunmehr zur Diskussion. Zur endgültigen Annahme bedürfen sie der Bestätigung durch die nächste Vollversammlung der Internationalen Beleuchtungskommission, die 1934 in Berlin stattfinden soll. F. Born.

Heizung. Öfen.

Heizleitertemperatur bei Kochplatten[1]. — Geschlossene elektrische Kochplatten bestehen aus dem Heizleiter, seinem Träger und der eigentlichen Platte; offenen dagegen fehlt die eigentliche Platte. Bei den geschlossenen ist zu unterscheiden zwischen solchen, deren Heizleiter entweder allseitig von der Isoliermasse umgeben ist und die Wärme durch Leitung an die eigentliche Platte überträgt oder auf einer keramischen Unterlage liegt und die Wärme hauptsächlich durch Strahlung an die durch eine Luftschicht getrennte eigentliche Platte überträgt. Die folgenden Ausführungen gelten für die Platten der ersten Art und damit überhaupt für eingebettete Heizleiter aller elektrischen Heizgeräte. Die Kenntnis der Heizleitertemperatur ist erforderlich, da die Lebensdauer des Heizleiters — fast ausschließlich Chromnickel bis 1100 ° C — in erster Linie von der Höhe der Temperatur abhängt. Außerdem muß die Temperatur des Heizleiters der zulässigen Beanspruchung des Trägers und der Einfassung angepaßt sein. Der Träger besteht bei den geschlossenen Kochplatten niedriger Leistung meistens aus Glimmer oder Mikanit, bei solchen höherer Leistung — Herdkochplatten — aus Schamotte oder Isolierzement, der mit mehreren hundert Atmosphären Druck eingepreßt wird.

Für die Berechnung der Temperatur elektrischer Leiter sind nur für in ruhender Luft ausgespannte Drähte Formeln vorhanden[2]. Für diesen Fall geben auch die Lieferfirmen die einer bestimmten Temperatur entsprechende Strombelastung an. Ein Verfahren, um die Temperatur eingebetteter Heizleiter zu bestimmen, hat Siebers[3] für Bügeleisen angegeben. Er überträgt die aus der Widerstandsänderung eines Nickelleiters ermittelten Temperaturen auf den Chromnickelleiter. Dieses ist möglich bis zu Temperaturen von 365 ° C, dem magnetischen Umwandlungspunkt. Darüber hinaus ist infolge der nicht eindeutigen Temperaturwiderstandfunktion eine genaue Messung nicht mehr möglich. Auch der Versuch von Belgeri[4], für eingeschlossene Drähte unter Anwendung der Wärmedurchgangsgesetze die Temperatur zu berechnen, führt nicht zum Ziel, da die Werte der Wärmeleitzahlen und Wärmeübergangszahlen nicht genau festliegen und für jeden einzelnen Fall genau bestimmt werden müßten.

Es bleibt nur der experimentelle Weg. Hier liegt es nahe, die Widerstandsänderung des Heizleiters selbst zur Temperaturmessung zu benutzen.

Wie schon eingangs erwähnt — wird heute fast ausschließlich Chromnickel als Heizleitermaterial für Kochplatten gebraucht. Will man also die von der Temperatur abhängige Widerstandsänderung des Chromnickels zur Temperaturmessung verwenden, so muß eine eindeutige Widerstandsänderung vorhanden sein. Wie aus den später betrachteten Widerstands-Temperatur-Funktionen des Chromnickels folgt, ist zwischen 20 und 500 ° C der mittlere Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes rd. $1 \cdot 10^{-4}$. Also muß für eine auf 1 ° C genaue Messung der Temperatur der Widerstand auf 0,1 ‰ genau bestimmt werden. Dieses ist nur mit einem Kompensator möglich. Bei Präzisionsmeßinstrumenten beträgt allein der Ablesefehler — bezogen auf den Endausschlag von 150 Skalenteilen — bei einer Ablesemöglichkeit von $^1/_{10}$ Skalenteil ± 0,7 ‰. Dann ist der Widerstand aus Strom- und Spannungsmessung mit ± 1,4 ‰ und die Temperatur mit ± 14 ° Fehler zu ermitteln. Meistens ist die Ablesegenauigkeit geringer, auch kommt noch der Eichfehler hinzu und außerdem weist Chromnickel über 500 ··· 800 ° C einen noch kleineren Temperaturkoeffizienten auf.

Wie ist nun der Verlauf der Temperatur-Widerstands-Funktion des Chromnickels? Nebenstehend finden sich drei charakteristische Bilder. Die Werte wurden durch Messung mit einem Kompensator erhalten an Proben, die in einem Röhrenofen bis zum Schmelzen erhitzt wurden. Die Temperatur wurde mit einem von der P.T.R. geeichten Thermoelement gemessen.

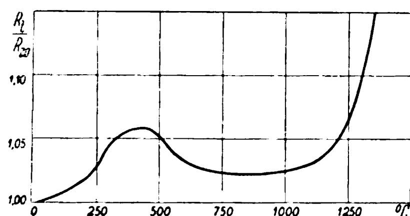


Abb. 4. Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur (20 % Cr, 73,5 % Ni, 1,5 % Fe, 2 % Mo, 3 % Mn).

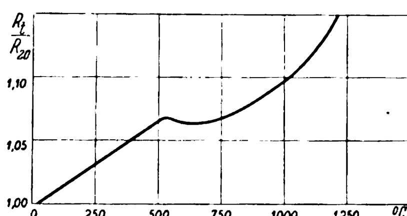


Abb. 5. Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur (15 % Cr, 61 % Ni, 20 % Fe, 4 % Mo).

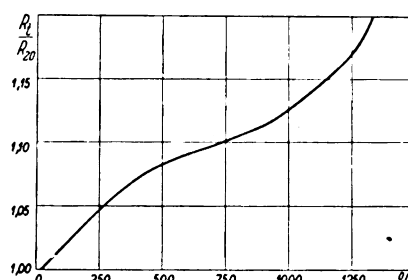


Abb. 6. Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur (33 % Cr, 50 % Ni, 13 % Fe, 2 % Mn, 2 % Mo).

Abb. 4 zeigt den Kurvenverlauf von Proben aus etwa 20 % Chrom und einem Rest, der in der Hauptsache aus Nickel mit ganz geringen Schmelzzusätzen besteht. Ab 450 ··· 500 ° C ist der Temperaturkoeffizient negativ und nimmt erst ab 800 ° C wieder positive Werte an.

Abb. 5 gilt für Material aus etwa 15 % Chrom, 65 % Nickel und einem Rest Eisen mit Schmelzzusätzen. Die Kurve besitzt ein Maximum bei 500 ° C. Bis 700 ° C etwa bleibt das Widerstandsverhältnis konstant und erreicht bis 800 ° C den Wert des vorhergehenden Maximums, um dann schnell mit der Temperatur zu steigen.

Abb. 6 gilt für Chromnickel mit 33 % Chrom, 50 % Nickel, 13 % Eisen und Schmelzzusätzen. Ein ähnliches Verhalten zeigt ein Material aus 11 % Chrom, 87 % Nickel und Schmelzzusätzen. Diese Sorten haben im ganzen Temperaturgebiet einen positiven Temperaturkoeffizienten. Mit diesem Chromnickel würde eine Temperaturmessung möglich sein, sofern es keiner weiteren Alterung unterworfen wäre, die den eindeutigen Funktionsverlauf stört. Chromnickel erfährt aber noch durch jedes Erhitzen eine Widerstandszunahme.

Das für Kochplatten gebräuchliche Heizleitermaterial ist also nicht für die Messung der Heizleitertemperatur geeignet. Am besten ersetzt man den Heizleiter durch ein für die Temperaturmessung geeignetes Material, das unter gleichen Verhältnissen die gleiche Wärmemenge überträgt. Dieser Ersatz ist von den folgenden unbedingt zu erfüllenden Anforderungen abhängig:

Neben Übereinstimmung in der Oberfläche der Leiter (d. h. Querschnitt, Länge, Ausdehnungskoeffizient) und Art der Wicklung (d. h. Wicklungsanordnung, Wicklungsdichte und Windungslänge) ist zu fordern, daß der Ersatzleiter

1. temperaturwechselbeständig ist,
2. hoch belastbar ist,
3. genügend gealtert werden kann,
4. von den Einbettungsmassen nicht angegriffen wird,
5. gutleitende Verbindung anzubringen gestattet.

Diesen Anforderungen entspricht nur Platin. Andere Metalle, wie Nickel und Wolfram, die auch auf ihre

[1] Auszug aus Heft 6 (1931) der Mitteilungen des Forschungsinstituts für Elektrowärmetechnik an der T. H. Hannover. Leiter: Prof. Dr.-Ing. E. h. Dettmar. Verlag Schubert & Co., Berlin-Charlottenburg 5. Preis 2,60 RM.

[2] Imhof, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 1923, S. 523. Stäblein, ETZ 1924, S. 495.

[3] Siebers, Die wärmetechnischen Eigenschaften elektrisch beheizter Bügeleisen. Diss. T. H. Braunschweig, 1923.

[4] Belgeri. Schweiz. techn. Z. 1927, S. 437 u. 749; 1929, S. 573 u. 585; 1930, S. 493. ETZ 1931, S. 213.

Brauchbarkeit untersucht wurden, genügten nicht den gestellten Bedingungen. Platin ist in immer gleicher Qualität rein herstellbar und ändert in den gebräuchlichen Einbettungsmassen nicht seine Widerstands-Temperatur-Funktion. Bei Verwendung von Platin kann man auch den Kompensator entbehren, da der Temperaturkoeffizient des Platins in der Größenordnung von $4 \cdot 10^{-3}$ liegt. Mißt man mit Präzisionsinstrumenten, die vorher mit dem Kompensator geeicht sind, so ergibt sich der Widerstand auf ± 1,4 ‰ genau d. h. die Temperatur auf ± 0,35 °.

Dieses Resultat erfordert eine Korrektur durch verschiedene Oberflächenänderung infolge Erwärmung des Leiters. Platin hat einen anderen Ausdehnungskoeffizienten als Chromnickel. Die Temperaturkorrektur beträgt z. B. bei einer um + 1,1 % größeren Oberflächenänderung des Platins bei 800 ° C infolge der Änderung der Belastung auf 1 cm^2 Heizleiteroberfläche für eine 800 W-Herdkochplatte von 14,5 cm Dmr. + 0,5 %. (Mitt. Forsch.-Inst. Elektrowärmetechn. T. H. Hannover 1931, H. 6.) C. F. Völker.

Installation.

Brandursache des „Georges Philippar". — Das Feuer, das den französischen Dampfer „Georges Philippar" im Golf von Aden zerstörte, ist nach Ansicht der französischen Zeitschrift L'Industrie Électrique darauf zurückzuführen, daß die Gleichstrom-Lichtleitung von 230 V an irgendeiner Stelle mit der Klingelleitung in Berührung gekommen ist. Da diese nicht mit Schmelzsicherungen oder anderen Sicherungsvorrichtungen ausgerüstet war, wie sie bei Lichtleitungen verwendet werden, überhitzte sie sich so, daß die Holztäfelung in Brand geriet. Die Vermutung der französischen Fachleute stimmt mit der Beobachtung einer Mitreisenden überein, welche bemerkte, daß die Isolation der Klingelleitung in ihrer Kabine Feuer gefangen hatte. Es dürfte sich daher empfehlen, die Klingelleitungen auf Schiffen künftig ebenso zu schützen wie die elektrischen Anlagen, die mit höheren Spannungen betrieben werden. (Electrician Bd. 58, S. 812.) *Gth.*

Neuer RWE (Heinisch-Riedl)-Trennschutzschalter für Wohnungen. — Nachdem die elektrischen Hausgeräte in den Wohnungen in großem Umfange Eingang gefunden

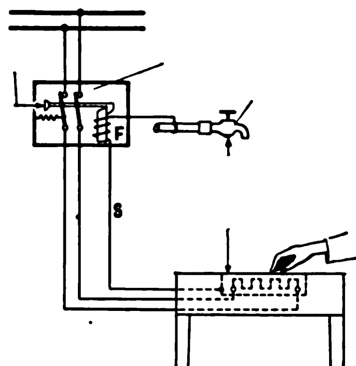
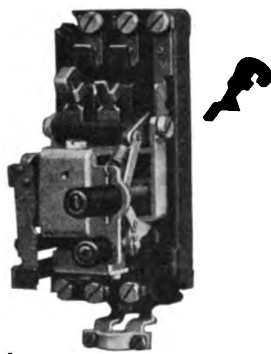


Abb. 7. Schaltbild.


Abb. 9. Trennschutzschalter ohne Kappe.

haben, entstand das Bedürfnis nach einem kleinen, preiswerten Schutzschalter, welcher insbesondere auf die Installation in Wohnungen zugeschnitten und daher in Form und Ausführung dem Installationsmaterial angepaßt ist. Einen derartigen preiswerten Trennschutzschalter, der nach dem Heinisch-Riedl-Prinzip arbeitet (Abb. 7), haben die SSW herausgebracht. Er ist für Stromstärken in Licht- und Heizstromkreisen bis 15 A und Motoren bis 0,5 kW bei Spannungen bis 380 V Wechselstrom verwendbar und wird zwei- und vierpolig geliefert. Der Schalter besitzt eine Grundplatte aus feuersicherem keramischen Material und eine braune Schutzkappe aus hochwertigem Isolierpreßstoff (Abb. 8 u. 9). Die Betätigung erfolgt durch zwei braune Druckknöpfe, wovon der eine zum Einschalten, der andere zum Ausschalten dient. Die Stellung der Druckknöpfe läßt erkennen, ob der Schalter ein- oder ausgeschaltet ist. Ein dritter, roter Druckknopf dient zur Betätigung der Prüftaste, die so ausgebildet ist, daß beim Drücken des Druckknopfes die Fehlerstromspule über hochohmige Widerstände zuerst an eine und dann an eine andere Phase angeschlossen wird, und damit die vorgeschriebene Prüfung der Schutzwirkung jederzeit ausführbar ist. Die Schalterkontakte sind reichlich bemessen und besitzen einen guten Kontaktdruck. Bei zu starker Abnutzung der leicht auswechselbaren Schaltstücke läßt der Schalter nicht mehr einschalten, so daß eine zu starke Erwärmung durch ungenügenden Kontaktdruck nicht auftreten kann. Der Schutzschalter ist für Einführung von Rohrdraht und Rohr bei Verlegung auf der Wand sowie für rückseitige



Abb. 8. Trennschutzschalter mit Kappe.

Einführung bei Unterputz-Montagen oder Aufbau auf Schalttafeln zu verwenden. Zum Anklemmen einer abgehenden beweglichen Gummischlauchleitung zu den zu schützenden Geräten kann innerhalb der Schutzkappe eine Schelle vorgesehen werden. *fi*

Bahnen und Fahrzeuge.

Die elektrische Zugbremsung. — Während bei Bahnlinien bis zu 10 ‰ Gefälle die mechanische Bremsung befriedigt, wurde bei größeren Gefällen mit Gegendampf gebremst. Seit nun der Dampfbetrieb durch den elektrischen ersetzt ist, ist die Bremsung mittels der Triebmotoren die gegebene. Es gibt zweierlei elektrische Bremsarten. Die Widerstandsbremsung und die Nutzbremsung. Die Compagnie des Chemins de fer du Midi sah sich mit Rücksicht auf Vereinheitlichung des Materials veranlaßt, die Wahl zwischen den beiden Bremsarten zu treffen. Sie entschied sich für die Nutzbremsung, obzwar die Widerstandsbremsung, insbesondere bei Lastzügen, befriedigende Ergebnisse aufweisen konnte. M. Leboucher, Chefingenieur der genannten Gesellschaft, stellte die Vor- und Nachteile beider Bremsarten einander gegenüber.

Widerstandsbremsung: Bei der Widerstandsbremsung ist die Höchstgeschwindigkeit durch das Gewicht der Bremswiderstände begrenzt, weil bei einem bestimmten Bremsstrom die Geschwindigkeit proportional der Spannung und diese proportional der Anzahl hintereinander geschalteter Widerstandselemente ist. Aus diesem Grunde spielt auch das Material und die Kühlung der Bremswiderstände eine wesentliche Rolle. Bezüglich der Bremsregelung werden zwei verschiedene Methoden erwähnt: 1. Die Regelung lediglich durch Nebenschluß der Felder bei festem Bremswiderstand, 2. Regelung durch Änderung des Bremswiderstandes, unterstützt durch teilweise Feldschwächung.

Nutzbremsung: Bei dieser Bremsart ist die Geschwindigkeit nur durch die Motoren begrenzt. Der wirtschaftliche Gewinn bei großen Bahnlinien ist von zweiter Ordnung, nur bei Strecken, auf denen die Bergfahrt leer und die Talfahrt belastet erfolgt, ergeben sich interessante Werte, sonst bleibt der Rückgewinn unterhalb 10 %. Bei der Nutzbremsung werden die Motoren von einem Umformersatz erregt, dessen Generator die Erregung der Hauptmotoren mit veränderlicher Spannung speist.

Die für eine gute Nutzbremseinrichtung erforderlichen Eigenschaften faßt der Verfasser in sechs Forderungen zusammen: 1. gute Kommutierung bei allen erforderlichen Bremskräften, 2. Stabilität, 3. Unempfindlichkeit gegen Spannungsschwankungen des Netzes in bezug auf Geschwindigkeitsänderung, 4. Unempfindlichkeit gegen Spannungssprünge mit Rücksicht auf Motorschäden, 5. Gleichmäßigkeit der Lastverteilung, 6. Einfachheit der Bedienung. (M. Leboucher, Bull. Soc. franç. Électr. Bd. 2, S. 118.) *H. O.*

Fernmeldetechnik.

Übersee-Funkfernsprechen. Im Anschluß an einen Vortrag im Lowell-Institut, Boston, erörtert R. Bown in allgemeinverständlicher Form einige bekannte Fragen des Übersee-Funkfernsprechens. Der Bericht enthält u. a. die schematische Darstellung einer Gegensprechschaltung, bespricht die Vorzüge von Richtantennen und gibt einige amerikanische Ausführungsformen solcher Antennen; weiter wird Grundsätzliches über das Funkfernsprechen auf langen und auf kurzen Wellen und die dabei verfügbaren Frequenzbereiche sowie über Fadingerscheinungen, luft- und erdmagnetische Störungen und ihren Einfluß auf die Verständigung gesagt. Zum Schluß streift der Verfasser die Möglichkeiten der Geheimhaltung von Funkgesprächen. — Von größerem Interesse als diese allgemein bekannten Dinge ist eine dem Bericht beigefügte ausführliche Übersicht der z. Z. bestehenden und der geplanten Übersee-Funkfernsprech-Verbindungen auf der ganzen Erde.

Zwischen Nordamerika und Europa bestehen hiernach gegenwärtig 4 Funkfernsprech-Wege London—New York (rd. 5600 km), und ein fünfter derartiger Weg ist geplant. Auch eine Funkfernsprech-Verbindung England—Kanada über London—Montreal (rd. 5200 km) wird als geplant bezeichnet, ebenso eine Verbindung zwischen Deutschland und Mexiko über Berlin—Mexico City (rd. 9700 km).

Funkfernsprech-Verbindungen zwischen Nordamerika und Südamerika bestehen mit Argentinien über New York—Buenos Aires (8600 km) und mit Brasilien über New York—Rio de Janeiro (7700 km); ferner sind Funkfernsprech-Verbindungen geplant mit Peru über New York—Lima (rd. 5900 km), mit Kolumbien über Miami—Bogota (rd. 2400 km) und mit Venezuela über Miami—Maracay (rd. 2200 km). Nach Fertigstellung der geplanten Verbindungen werden die V. S. Amerika daher über Funkfernsprech-Wege nach nahezu sämtlichen wirtschaftlich wichtigen Gebieten von Latein-Südamerika verfügen.

Innerhalb des ausgedehnten südamerikanischen Kontinents selbst bestehen gegenwärtig nur 2 Funkfernsprech-Wege zwischen Argentinien und Brasilien über Buenos Aires—Rio de Janeiro und eine Verbindung zwischen Kolumbien und Chile über Bogota—Santiago; geplant ist eine Verbindung zwischen Peru und Chile über Lima—Santiago.

Der Bericht zählt dann eine Gruppe von Funkfernsprech-Verbindungen auf, die als „inner-nordamerikanische" bezeichnet werden, und die in der Hauptsache nach Mittelamerika gerichtet sind, mit Ausnahme der bestehenden Verbindung New York—Hamilton (Bermuda-Inseln) und einer geplanten Verbindung mit den Bahama-Inseln über Miami—Nassau. Es handelt sich um geplante Verbindungen mit den kleinen mittelamerikanischen Staaten in oder nahe der für die V. S. Amerika so wichtigen Panamakanalzone; beabsichtigt sind solche Verbindungen mit Panama über Miami—Panama, mit Kostarika über Miami—San Jose, mit Nikaragua über Miami—Managua und mit Honduras über Miami—Tegucigalpa.

Recht zahlreich sind die Funkfernsprech-Verbindungen zwischen Europa und Südamerika. England besitzt solche Verbindungen mit Argentinien über London—Buenos Aires (11 000 km) und mit Brasilien über London—Rio de Janeiro (rd. 9300 km). Deutschland hat ebenfalls Verbindungen mit Argentinien über Berlin—Buenos Aires (11 900 km) und mit Brasilien über Berlin—Rio de Janeiro (10 000 km), ferner eine Verbindung mit Venezuela über Berlin—Maracay (8300 km). Auch Frankreich verfügt über Verbindungen mit Argentinien (Paris—Buenos Aires) und Brasilien (Paris—Rio de Janeiro). Von sonstigen europäischen Staaten hat nur Spanien eine Anzahl von Funkfernsprech-Wegen mit den ihm kulturell nahestehenden latein-amerikanischen Staaten, u. zw. mehrere Verbindungen Madrid—Buenos Aires, ferner Madrid—Santiago de Chile und Madrid—Rio de Janeiro. Eine Funkfernsprech-Verbindung Brüssel—Buenos Aires soll geplant sein.

An Funkfernsprech-Wegen zwischen Europa und Afrika werden als vorhanden angeführt eine Verbindung zwischen Frankreich und Marokko über Paris—Casablanca und eine Verbindung zwischen Spanien und den Kanaren über Madrid—Teneriffa. In Vorbereitung dagegen soll eine größere Zahl von Funkfernsprech-Verbindungen zwischen europäischen Staaten und ihren afrikanischen Besitzungen oder Interessengebieten sein; es sind Verbindungen London—Kapstadt, London—Johannesburg, London—Kairo, ferner eine weitere Verbindung Paris—Casablanca, 2 Verbindungen Paris—Algier, 1 Verbindung Paris—Tananarivo (Madagaskar), 1 Verbindung Paris—Kairo und schließlich 1 Verbindung Brüssel—Leopoldsville (Kongostaat).

Zwischen Europa und Asien—Ozeanien bestehen von Deutschland ausgehende Verbindungen mit Niederländisch-Indien über Berlin—Bandoeng (11 000 km) und mit Siam über Berlin—Bangkok (8700 km). Frankreich besitzt eine Funkfernsprech-Verbindung mit seinem hinterindischen Kolonialreich über Paris—Saigon, zwei Funkfernsprech-Wege dienen zur Verbindung zwischen Holland und seinen ostindischen Besitzungen über Amsterdam—Bandoeng, und endlich besteht ein Funkfernsprech-Weg von England nach Australien über London—Sydney, der bei seiner Länge von 17 000 km wohl der längste bestehende Funkfernsprech-Weg sein dürfte. Geplant sollen sein eine weitere Verbindung Amsterdam—Bandoeng, mehrere Verbindungen Englands mit seinem indischen Reich (über London—Bombay und London—Singapore), mit Japan (über London—Tokio) und mit China (über London—Hongkong).

Zwischen Nordamerika und Asien—Ozeanien besteht eine Funkfernsprech-Verbindung San Franzisko—Honolulu, geplant sind Funkfernsprech-Wege nach den Philippinen über San Franzisko—Manila, nach Japan über San Franzisko—Tokio und nach Australien über San Franzisko—Sydney. Innerhalb von Asien—Ozeanien bestehen bereits einige Funkfernsprech-Wege im Innern des ausgedehnten holländischen Kolonialreichs und zu seiner Verbindung mit Siam (über Bandoeng—Bangkok) und Australien (über Bandoeng—Sydney); ferner ist eine Verbindung zwischen Australien und Neuseeland über Sydney—Wellington in Betrieb. (Ralph Bown, Bell Teleph. Quart. Bd. 11, S. 98.) *But.*

Pflanzen als Detektor. — J. Perrin hat unlängst der französischen Akademie der Wissenschaften eine Abhandlung von N. Marinesko vorgelegt, der an gewissen Pflanzen, die Hochfrequenzschwingungen ausgesetzt wurden, sehr interessante Beobachtungen angestellt hat. Das Steigen des Pflanzensaftes in den Kapillarkanälen der Pflanzen erzeugt eine Elektrisierung, die einen Potentialunterschied zwischen zwei Punkten eines Stengels bewirkt. Diese Erscheinung läßt sich auch umkehren: wenn man nämlich einen Potentialunterschied zwischen zwei bestimmten Punkten einer Pflanze hervorruft, kann man den Saft der Pflanze emporsteigen oder fallen lassen, je nach der Art der Pflanze und der Polarität der elektrischen Ladungen. So befördert z. B. der Saft der Fuchsien, der Geranien und der Zimmertannen (Araucaria) negative Ladungen, während die positiven Ladungen auf den Gefäßwänden der Kapillaren zurückbleiben. Läßt man auf diese Pflanzen elektromotorische Kräfte einwirken, die deren absolutem Werte entsprechen, jedoch ein umgekehrtes Vorzeichen haben, so steigt nach den Beobachtungen von Marinesko der Saft leichter als er fällt, und die negativen Ladungen verschieben sich besser nach der Höhe als nach dem unteren Teil des Stengels zu. Diese Pflanzen verhalten sich somit wie ein Detektor. Marinesko hat daraufhin, um sich Gewißheit über diese seltsame Eigenschaft der genannten Pflanzen zu verschaffen, einige Zentimeter des Geraniumstengels zwischen die Anodenleitung einer Hochfrequenzröhre und die Gitterzuführung einer Widerstands-Verstärkerröhre geschaltet und dabei einen ausgezeichneten Detektor erhalten. Setzt man diese Pflanze dem Einfluß sehr kurzer Wellen aus, so kann man ein ziemlich lebhaftes Aufsteigen des Pflanzensaftes wahrnehmen. Wenn die Bestrahlung zu stark ist, kann sich der Stengel so erhitzen, daß er wie eine Schmelzsicherung „springt", u. zw. infolge des Potentialunterschiedes, der sich durch die Trennung der negativen Ladungen an der Spitze der Pflanze und der positiven Ladungen an ihrem unteren Teil ergibt. Die Ergebnisse dieser seltsamen Versuche eröffnen die Möglichkeit, das Wachstum gewisser Pflanzen durch funkelektrische Wellen zu beschleunigen. (N. Marinesko, J. télégr. Bd. 56, S. 276.) *Gth.*

Verschiedenes.

Untersuchung metallischer Baustoffe auf Schwingungsfestigkeit mit der Hochfrequenz-Zug-Druck-Maschine. — Die regelrechte Bestimmung der Schwingungsfestigkeit eines Werkstoffs dauert mit den gebräuchlichen neueren Prüfmaschinen mindestens eine Woche. Um diese beträchtliche Versuchszeit abzukürzen,

ist eine besonders schnell arbeitende Dauer-Zug-Druck-Maschine (Bauart Schenck) aus einem Unterwasserschallsender entwickelt worden, die rd. 10 mal so schnell wie die üblichen Maschinen, nämlich mit 500 Hz arbeitet.

Grundsätzlich ist zwischen dem Antriebsystem und dem Meßsystem zu unterscheiden. Beide sind als gekoppelte Schwingungsysteme ausgebildet. Das Antriebsystem setzt sich zusammen aus einem mechanischen und einem elektrischen Schwingungsystem, die miteinander mechanisch gekoppelt sind. Abb. 10 stellt einen Schnitt

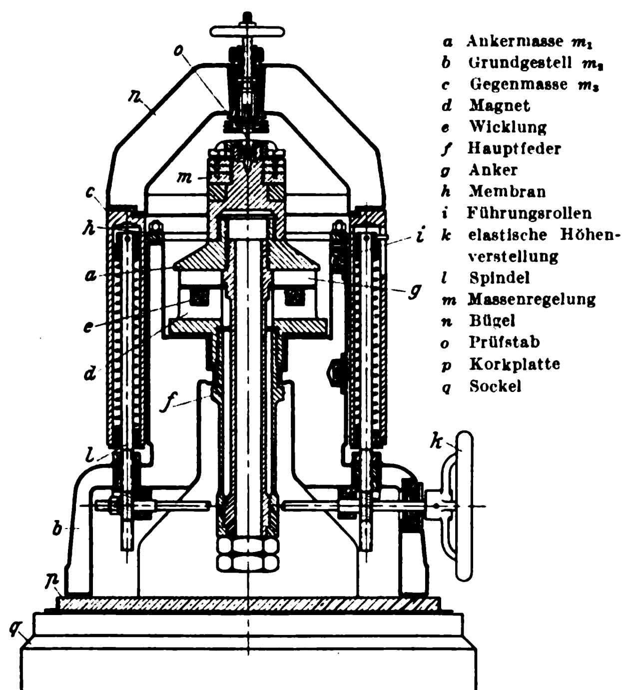
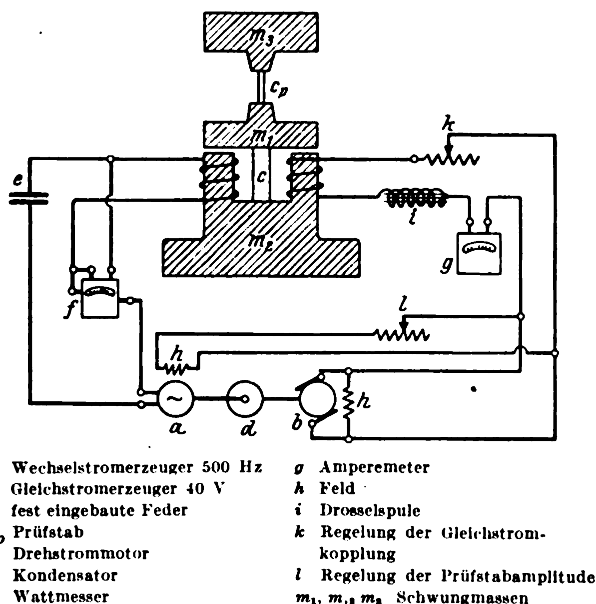


Abb. 10. Schnitt durch die Prüfmaschine.

durch die Prüfmaschine dar, bei welcher durch aufschraubbare Zusatzmassen die Ankermasse m_1 so geregelt wird, daß die Eigenschwingungszahl des mechanischen Schwingungsystems bei rd. 500 Hz zu liegen kommt. Ein Wechselstromerzeuger von 500 Hz und ein Gleichstromerzeuger werden auf gemeinsamer Welle durch einen Synchron-Drehstrommotor angetrieben (Abb. 11).



a Wechselstromerzeuger 500 Hz
b Gleichstromerzeuger 40 V
c fest eingebaute Feder
c_p Prüfstab
d Drehstrommotor
e Kondensator
f Wattmesser
g Amperemeter
h Feld
i Drosselspule
k Regelung der Gleichstromkopplung
l Regelung der Prüfstabamplitude
m_1, m_2, m_3 Schwungmassen

Abb. 11. Schema des elektrischen Antriebs.

Im Stromkreis des Wechselstroms von 500 Hz liegt die Magnetisierungspule eines Elektromagneten, der die Masse m_1 zu mechanischen Schwingungen veranlaßt, ferner ein Kondensator und ein Wattmeter. Die Kapazität des Kondensators ist so gewählt, daß ein elektrischer Schwingungskreis mit einer Schwingungszahl von rd. 500 Hz entsteht. Gleichstrom von rd. 40 V dient zur Felderregung des Wechselstromerzeugers, zur Polarisierung des Elektromagneten und damit zur magnetischen Kupplung des elektrischen und mechanischen Schwingungssystems. Durch Widerstandsregelung des Felderregungsstromes läßt sich die Stärke des Wechselstromes und damit die mechanische Schwingungsamplitude der Masse m_1 bzw. der Dehnungsamplitude des Prüfstabes einstellen. Durch die Kopplung des mechanischen mit dem elektrischen Schwingungsystem wird für die Dehnungsamplitude des Prüfstabes eine verbesserte Konstanz bei Frequenzschwankungen des antreibenden Wechselstroms erreicht; die bisherigen nach dem Resonanzprinzip arbeitenden Schwingungsmaschinen sind nämlich sehr empfindlich gegen Schwankungen in der Antriebsgeschwindigkeit oder den elastischen Eigenschaften des Prüfstabes, so daß diese Maschinen zu langem Dauerbetrieb ungeeignet sind. Damit die Schwingungsamplitude nicht in der Nähe der lauttönenden Maschinen abgelesen werden muß, ist an dieser ein elektrischer Schwingungsmesser mit Fernanzeiger angebracht (Abb. 12).

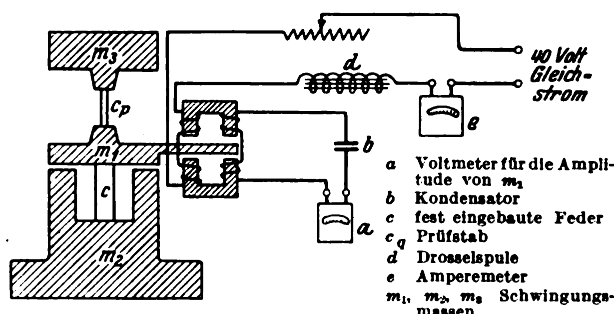


Abb. 12. Elektrischer Schwingungsmesser.

Mit einer solchen Maschine wurden verschiedene C-Stähle, Si-Baustähle, Cr-Ni-Stahl, Gußeisen und mehrere Nichteisenmetalle, darunter die wichtigsten Leichtmetalllegierungen geprüft. Die Werkstoffe wurden teils in gewalztem und geglühtem Zustand untersucht. Weiterhin wurde der Einfluß von Kaltverformungen, Altern, Oberflächenbeschädigungen sowie verschiedenartige Dauerschwingungsbeanspruchung verfolgt. Dabei wurden den Schwingungsfestigkeitswerten die Werte aus statischen Zerreißversuchen gegenübergestellt. Unter anderem ergab sich bei den C-Stählen eine Zunahme der Schwingungsfestigkeit in demselben Sinne, jedoch in geringerem Maße als bei der Bruchfestigkeit mit zunehmendem C-Gehalt. Hoher Si-Gehalt hebt die Schwingungsfestigkeit über das Maß hinaus, das dem C-Gehalt allein entspricht. Die veredelnde Eigenschaft von Cr-Ni und W kommt auch in der Schwingungsfestigkeit zum Ausdruck, allerdings nicht so stark wie in der Bruchfestigkeit. Bei Gußeisen und den Nichteisenmetallen liegt die Schwingungsfestigkeit bezogen auf die Bruchfestigkeit niedriger als bei den Stählen. Bei Kupfer zeigt sich wie auch bei den Stählen, daß Glühen die Schwingungsfestigkeit bedeutend weniger herabsetzt als die Bruchfestigkeit. Im allgemeinen wird durch geringfügige Oberflächenbeschädigung die Schwingungsfestigkeit, wie sie an geschliffenen Probestäben ermittelt ist, bedeutend herabgesetzt. Bemerkenswerterweise machen Kupfer und Nickel hierin eine Ausnahme.

Neben reichhaltigen Zahlenangaben werden eine Reihe von weiteren Schlußfolgerungen erläutert und an Hand der Versuchsergebnisse begründet. (K. Memmler u. K. Laute, Mitt. Dtsch. Mat.-Prüf.-Anst., Sonderheft 15, 1931, S. 39.) *Lt.*

Energiewirtschaft.

Erzeugung und Verwendung elektrischer Arbeit in der Schweiz. — Die Statistik des seit Oktober 1930 tätigen Eidg. Amts für Elektrizitätswirtschaft, auf der Grundlage der Energiestatistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke aufgebaut, zerfällt in zwei Hauptgruppen, von denen die erste (Elektrizitätswerke der allgemeinen Elektrizitätsversorgung) die elektrische Arbeit an Dritte verkaufenden Unternehmen, die zweite (Bahn- und Industriewerke) Produzenten umfaßt, die den Strom hauptsächlich oder ausschließlich selbst verbrauchen. Berücksichtigt werden in der ersten

Gruppe alle Werke mit mindestens 500 kW eigener oder bezogener Leistung, d. h. zur Zeit 154, die 99,5 % der gesamten für die allgemeine Versorgung bestimmten Produktion erzeugen. An diesem Prozentsatz sind 55 große Werke (jährlich 10 Mill kWh und mehr) mit 96,5 %, 99 mittlere Anlagen (weniger Jahresumsatz) mit 3 % beteiligt. Die kleinen Unternehmen (etwa 0,5 % der Gesamtgewinnung) bleiben außer Betracht. Danach ergeben sich für das erste volle Berichtsjahr des Amts, verglichen mit Angaben aus 1929/30, folgende Werte:

	1929/30	1930/31
	Mill kWh	
Erzeugung		
hydraulisch	3511	3669
thermisch	11	5
insgesamt	3522	3674
Einfuhr und Bezug	160	113
Gesamtumsatz	3682	3787
Verwendung		
Haushalt, Landwirtschaft, Gewerbe	2197	1084
Allgemeine Industrie*		612
Chem., metall., therm. Industrie*		328
Bahnen		198
Ausfuhr	897	1012
Nutzbare Abgabe	3094	3234

* Abgabe an solche Betriebe, die dem Fabrikgesetz unterstellt sind und mehr als 20 Arbeiter beschäftigen.

Die Erzeugung ist somit um 152 Mill kWh (4,3 %), der Gesamtumsatz aber nur um 105 Mill kWh (nahezu 3 %) gewachsen, weil Einfuhr und Bezug (Bundesbahnen, Industrie) um 29 % abgenommen haben. Die Verwendung zeigt eine Steigerung um 25 Mill kWh (1 %), die Ausfuhr eine solche um 115 Mill kWh (13 %) und die nutzbare Abgabe ein Plus von 140 Mill kWh (4,5 %). Rechnet man den Antrieb von Speicherpumpen, den Eigenverbrauch und die Verluste mit zusammen 553 Mill kWh (588 i. V.) hinzu, so erhält man 3787 Mill kWh als oben schon genannten Energieumsatz (3682 i. V.). An der nutzbaren Abgabe waren die großen Werke mit 88 %, die mittleren mit 8 % und die etwa 1100 kleinen mit 4 %, am Inlandverbrauch Haushalt, Landwirtschaft, Kleingewerbe mit 49 %, die Industrie mit 42 % und die Bahnen mit 9 % beteiligt. In der zweiten Gruppe sind insgesamt 1375 Mill kWh produziert worden, u. zw. 1357 mit Wasserkraft, 18 mit Dampf und von Dieselwerken; 1178 Mill kWh verwendeten die Betriebe selbst (die S. B. B. 373), 14 Mill kWh dienten der Belieferung im Bereich dieser Werke liegender Ortschaften und 105 erhielten die Unternehmungen der Allgemeinversorgung zum Weiterverkauf, welch letztere anderseits 213 Mill kWh jenen Selbsterzeugern überließen. Was die Ausfuhr betrifft, so waren Ende 1930 475 611 kW, Ende 1931 431 076 kW zum Export bewilligt und infolge erst teilweiser Vollendung der Anlagen 302 271 (63,6 %) bzw. 290 036 kW (67,3 %) dafür verfügbar. Die mittlere Benutzungsdauer der dem Ausland zugeführten Energie betrug 1930/31 4821 h (4077 i. V.) und die effektiv exportierte Menge 31,5 % der gesamten Abgabe an Dritte. In der zwölfjährigen Periode 1920/31 fiel die niedrigste Ausfuhrziffer (328 Mill kWh) auf 1921, die höchste (1034 Mill kWh) auf 1928, in welchem Jahr auch die größte Exporteinnahme (17,09 Mill RM[1]) erzielt wurde, während diese 1920 (5,1 Mill RM bzw. 1,35 Pf/kWh) am geringsten war; je Kilowattstunde erreichte sie 1923 den Spitzenbetrag von 1,98 Pf. (Schweiz. Bauztg. Bd. 100, S. 90.) *fm.*

[1] 1 RM = 1,23 schw. Fr.

RECHTSPFLEGE.

Wirkung einer Ausstellungspriorität. — Der I. Zivilsenat des RG. hat in einer Entscheidung vom 24. VI. 1932 zu zwei wichtigen Streitfragen über Ausstellungspriorität Stellung genommen, wobei folgender Tatbestand vorlag:

Ein Erfinder G. hatte einem Kaufmann H. das Vertriebsrecht für seine Erfindung übertragen, der seinerseits das Vertriebsrecht mit Genehmigung von G. einer offenen Handelsgesellschaft F. übertrug. Letztere stellte auf einer Ausstellung, für die der Schutz des Ausstellungsgesetzes vom 18. III. 1904 bewilligt war, die Erfindung zur Schau. Das Recht an der Erfindung an sich, und insbesondere das Recht zur Erwirkung von Patenten, war nicht übertragen worden, verblieb also G., der nach der Ausstellung eine Patentanmeldung einreichte, auf die ein Patent erteilt wurde. Die Priorität der Ausstellung war im Erteilungsverfahren nicht beansprucht worden. Erst als in einem Streitverfahren die Schaustellung durch F. als offenkundige Vorbenutzung entgegengehalten wurde, wurde die Priorität der Ausstellung geltend gemacht. Die Gegenseite hielt diese nachträgliche Beanspruchung der Priorität für unzulässig und machte außerdem geltend, daß die ausstellende Firma F. das ihr durch die Schaustellung erwachsene Prioritätsrecht nicht auf den späteren Anmelder G. übertragen habe, so daß dieser die Priorität nicht geltend machen könne.

Das RG. hat ausgeführt, daß man zu dem letzteren Schlusse nur durch eine wörtliche Auslegung des Gesetzes kommen könne, das in der Tat nur dem Aussteller oder dessen Rechtsnachfolger die vorgesehenen Wirkungen zukommen ließe. Eine solche Behandlung würde aber dem Rechtsgedanken des Gesetzes nicht gerecht. Dieses hat, wie seine Begründung ergibt, die Sicherstellung des Erfinders gegen die mit der Bekanntgabe der Erfindung auf Ausstellungen verbundenen rechtlichen Nachteile im Auge, die Schaustellung soll der Erlangung des Schutzes nicht entgegenstehen. Berücksichtigt ist dabei, wenn dies auch in der Begründung nicht zu besonderem Ausdruck gelangt ist, ersichtlich der Gedanke, daß die Schaustellung einer Erfindung auf Ausstellungen zu der Dienlichmachung des in ihr offenbarten Fortschritts für die Technik mitwirkt. Damit dieser Vorteil nicht durch die Besorgnis vor den Rechtsfolgen einer mit der Schaustellung verbundenen offenkundigen Vorbenutzung beseitigt werde, schafft das Gesetz die Regelung, daß der Schaustellung die Wirkung der Neuheitsschädlichkeit genommen wird. Es ist kein ausreichender Grund ersichtlich, warum diese Rechtswohltat nicht auch dem Erfinder zuteil werden sollte, der bereits durch vertragliche Abmachungen Schritte zur Verwertung seiner Erfindung in einer üblichen Weise getan hat, indem er das Recht zur Benutzung der Erfindung ganz oder teilweise einem Dritten überträgt, während ihm als dem besonders Sach- und Fachkundigen die Erwirkung des Patents überlassen bleibt. Erfolgt die Schaustellung in solchem Fall durch den Lizenznehmer, so handelt der Erfinder mittelbar als Aussteller. Es ist daher billig, daß ihm die Rechtsvorteile des Gesetzes zukommen. Die abweichende Auffassung hätte die vom Gesetz nach dem von ihm verfolgten Rechtsgedanken nicht gewollte, daher abzulehnende Folge, daß dem späteren Anmelder die Schaustellung seiner eigenen Erfindung, die im Rahmen der Verwertung der Erfindung stattfindet, als neuheitsschädlich entgegengehalten werden könnte. Darin wird man dem RG. nur zustimmen können.

Zu der Frage der nachträglichen Beanspruchung der Priorität hat das RG. ausgeführt, daß die Beanspruchung einer Ausstellungspriorität im Erteilungsverfahren nicht notwendig sei, daß diese vielmehr auch nach Erteilung noch erfolgen könne. Darüber könne nach der Fassung des Gesetzes im Gegensatz zu den Bestimmungen der Pariser Übereinkunft Art. 4 d ein Zweifel nicht obwalten.

Dieser Teil der Entscheidung erscheint nicht ganz unbedenklich. Es ist richtig, daß das Ausstellungsgesetz eine solche ausdrückliche Bestimmung nicht enthält. Es liegt aber im Interesse der öffentlichen Rechtssicherheit, daß man der Patentschrift mindestens entnehmen kann, welche Priorität beansprucht wird, genau so wie dies bei einer Priorität aus dem Pariser Unionsvertrag geschehen muß. Es ist ein sehr unerfreulicher Zustand, daß Dritte, die infolge des Datums der Patentschrift sich berechtigt glaubten, die Erfindung zu benutzen, z. B. auf Grund einer Vorbenutzung, erst zu spät erfahren, daß der Patentinhaber eine Ausstellungspriorität, die die Lage völlig ändert, geltend machen kann. Ohnedies stellt selbst, wenn man weiß, daß eine Ausstellungspriorität beansprucht wird, die Prüfung, ob das mit Recht geschieht, eine in den meisten Fällen für den Konkurrenten unlösbare Aufgabe dar. Sie ist gewöhnlich erst durch Zeugenvernehmung vor Gericht möglich. Die Einrichtung der Ausstellungspriorität ist vorläufig noch mit so viel Mängeln hinsichtlich der Beweisführung behaftet, daß man das Gesetz nicht ausdehnend, sondern einschränkend handhaben sollte, zumal die Parallele mit der Unionspriorität auf der Hand liegt.

Patentanwalt Dipl.-Ing. H. Herzfeld I, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Einladung

zur ordentlichen Sitzung am Dienstag, dem 29. November 1932, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Obering. Alvensleben über das Thema: „Die elektrische Betäubung von Schlachttieren".

Inhaltsangabe:

1. Physiologische Wirkungen elektrischer Ströme auf lebenswichtige Organe — Gehirn, Herz, Gefäße (Adern); — Bedeutung der Stromkurvenform; Betäubung — Narkose.
2. Betäubung mit verschiedenen Stromarten; Sinusstrom — zerhakter Gleichstrom.
3. Apparate zur Betäubung.
4. Bisheriges Verfahren der Betäubung vor dem Stechen der Schlachttiere. Schlagen — Schießen — Schächten.
5. Praktische Vorführung der Betäubung an Tieren verschiedener Tierarten.

Der Vortrag wird durch Lichtbilder unterstützt.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gastkarten für durch Mitglieder einzuführende Gäste sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins erhältlich. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", in Berlin-Chalottenburg, Bismarckstraße 1.

Elektrotechnischer Verein.
Der Vorsitzende:
Bücher.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

VDE-Mitgliedsbeitrag für 1933.

Persönlicher Beitrag ermäßigt von RM 30.— auf RM 24.—.

Nachdem die zum Verbande gehörenden Elektrotechnischen Vereine und Gesellschaften dem Münchener Ausschußbeschlusse betr. persönlichen Mitgliedsbeitrag und Vereinsanteile zugestimmt haben, gelten für 1933 die nachstehenden Beiträge:

A. Für alle persönlichen Mitglieder ermäßigt von 30 RM auf . . . . 24 RM
B. Für Jungmitglieder nicht wie in Heft 45 angegeben 15 RM, sondern ermäßigt auf . . . . 12 „
C. Für körperschaftliche Mitglieder:
1. Behörden, Schulen, wissenschaftliche Vereine usw. . . . . 36 „
2. Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatl. Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften, Gesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften usw., die beschäftigen:
a) bis 50 Angestellte und Arbeiter . . . 50 „
b) von 51 bis 100 Angestellte u. Arbeiter 75 „
c) von 101 bis 250 Angestellte u. Arbeiter 120 „
d) von 251 bis 500 Angestellte u. Arbeiter 150 „
e) von 501 bis 1000 Angestellte u. Arbeiter 300 „
f) über 1000 Angestellte und Arbeiter auf Anfrage.

Verbandsmitglieder, die **keinem Ortsverein** angehören, zahlen ihre Beiträge über unser **Postscheckkonto** Berlin **213 12**, während alle **übrigen** Mitglieder die Beiträge an den **Verein abführen, dem sie als Mitglied angehören**, und zwar an dessen auf S. 1073 angegebenes **Postscheckkonto** oder Bankkonto.

Wir bitten wiederholt um **Beachtung** dieses Punktes, der auch in diesem Jahre leider nicht genügend beachtet worden ist, so daß die Zustellung der ETZ infolgedessen verzögert wurde.

Bekanntmachung.

Kommission für Errichtungsvorschriften I.
Kommission für Errichtungsvorschriften II.
Kommission für Betriebsvorschriften.

Der Entwurf zu einer Neufassung der
„Vorschriften für den Hochspannungsschutz in medizinischen Röntgenanlagen"
war in ETZ 1932, S. 275 u. ff. veröffentlicht.

Die gegen diese Veröffentlichung eingegangenen Einwände sind in ordnungsgemäßer Weise behandelt worden.

Der Vorstand hat auf Grund der ihm erteilten Vollmacht (siehe ETZ 1932, S. 756) die nachstehend veröffentlichte Fassung mit dem 1. April 1933 in Kraft gesetzt.

Weiter hat der Vorstand die ab 1. Januar 1930 geltenden
„Vorschriften für den Hochspannungsschutz in medizinischen Röntgenanlagen"
ebenfalls mit dem 1. April 1933 außer Kraft gesetzt.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Vorschriften für den Hochspannungsschutz in medizinischen Röntgenanlagen.

Aufgestellt vom Verband Deutscher Elektrotechniker in Zusammenarbeit mit der Deutschen Röntgen-Gesellschaft.

Inhaltsübersicht.

A. Bauvorschriften.

I. Gültigkeit.

II. Begriffserklärungen.

III. Bestimmungen.

A. Röntgenanlagen der Klassen A bis D.

B. Röntgenanlagen der Klassen A bis C.

C. Röntgenanlagen der Klassen B bis D.

D. Röntgenanlagen der Klassen C und D.

E. Röntgenanlagen der Klasse D.

B. Betriebsvorschriften.

I. Gültigkeit.

II. Bestimmungen.

A. Bauvorschriften.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. April 1933 in Kraft[1].

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten nur für medizinische Röntgenanlagen, die mit Gleichstrom oder mit Wechselstrom niederer oder mittlerer Frequenz betrieben werden und zum Untersuchen und Behandeln von Menschen dienen, sowie für tierärztliche Röntgenanlagen.

b) Die „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber V. E. S. 2." sowie die „Leitsätze für Schutzerdungen in Hochspannungsanlagen" gelten nicht für medizinische Röntgenanlagen [siehe § 1 b) der V. E. S. 2.].

1. Im Gegensatz zu den mit Buchstaben bezeichneten grundsätzlichen Vorschriften enthalten die mit Ziffern versehenen Absätze Regeln, nach denen die Anlagen mit den üblichen Mitteln im allgemeinen auszuführen sind, wenn nicht im Einzelfalle besondere Gründe eine Abweichung rechtfertigen.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Einteilung der Röntgenanlagen.

a) Die Röntgenanlagen lassen sich in die folgenden Klassen einordnen:

Klasse A: Röntgenanlagen, bei denen die sämtlichen, Hochspannung führenden Teile allseitig mit einer elektrisch leitenden Hülle oder einer Schicht aus starrem Isolierstoff derart umgeben sind, daß das Berühren der Hülle oder Schicht auch bei der höchsten Betriebsspannung gefahrlos ist.

Klasse B: Röntgenanlagen, bei denen nur die im Untersuchungs- oder Behandlungsraum befindlichen, Hochspannung führenden Teile wie in Klasse A geschützt sind.

Klasse C: Röntgenanlagen, bei denen die im Untersuchungs- oder Behandlungsraum befindlichen, Hochspannung führenden Teile bis mindestens 2 m Höhe über dem Fußboden wie in Klasse A geschützt sind.

Klasse D: Röntgenanlagen, bei denen im Untersuchungs- oder Behandlungsraum befindliche, Hochspannung führende Teile frei zugänglich sind.

b) Alle Spannungsangaben in diesen Vorschriften bedeuten Scheitelwerte.

[1] Angenommen durch den Vorstand im Oktober 1932.

III. Bestimmungen.

A. Röntgenanlagen der Klassen A bis D.

§ 4.

Tragbare oder fahrbare Röntgenanlagen.

a) Der Bau von tragbaren oder fahrbaren Röntgenanlagen nach Klasse D ist nicht zulässig.

§ 5.

Induktor- und Einzelschlagapparate.

a) Bei Induktor- und Einzelschlagapparaten mit Unterbrechern im Primärkreise muß die Isolation des Starkstromleitungssystemes gegen Erde einer Wechselspannung, deren Scheitelwert das Doppelte der während des Öffnungsintervalles in der Primärspule des Induktors induzierten Höchstspannung beträgt, 1 min lang standhalten.

b) Bei Induktorapparaten, bei denen der Induktor oder der Unterbrecher samt dem Kondensator freistehen, müssen die Anschlußstellen am Unterbrecher, an dem an ihn angeschlossenen Kondensator und die Primärklemmen des Induktors der Berührung entzogen sein.

§ 6.

Netzanschluß.

a) In die Zuleitungen zum Röntgenapparat sind die kleinsten betriebsmäßig zulässigen Sicherungen einzubauen.

b) Röntgenapparate, bei denen die der Nennstromstärke der Sicherung entsprechende Leistung 2500 W nicht übersteigt, dürfen an das Netz durch Stecker angeschlossen werden.

c) Übersteigt die Leistung des Netzanschlusses 2500 W, so muß der Röntgenapparat an das Netz bei Gleichstrom und bei Einphasenstrom über einen 2-poligen, bei Drehstrom über einen 3-poligen Hauptschalter angeschlossen werden.

1. Bei fahrbaren und tragbaren Röntgenanlagen sollen zwangsläufig mit dem Anschluß an die Netzspannung die metallenen Gehäuseteile mit der Schutzleitung (Erdung, Nullung oder Schutzschaltung) verbunden werden.

d) Ist der Röntgenapparat an das Netz unter Zwischenschaltung eines Transformators oder Umformers angeschlossen, so muß in der Anschlußleitung für den Röntgenapparat ein Schalter vorhanden sein. Ist der Transformator oder Umformer im Bedienungs- oder Apparatraum untergebracht, so genügt der Hauptschalter oder die Steckdose zwischen ihm und dem Netz.

e) Der Schalter gemäß c) und d) muß in der Ausschaltstellung durch eine Sperrung oder durch die Schwerkraft festgehalten sein. Der Schalter oder, im Fall von Fernbetätigung, der Betätigungsschalter muß im Bedienungsraum angeordnet sein.

f) Für den Schutz gegen zufällige Berührung Spannung führender Teile auf der Netzseite der Röntgenanlage sind die „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V. E. S. 1." und die „Leitsätze für Schutzmaßnahmen in Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, L. E. S. 1." maßgebend.

§ 7.

Betriebsschalter.

a) Auf dem Schalttisch befindliche Betriebsschalter müssen so gebaut und angeordnet sein, daß sie nicht unter dem Einfluß der Schwerkraft oder von Erschütterungen in die Einschaltstellung gelangen können.

B. Röntgenanlagen der Klassen A bis C.

§ 8.

Leitende Schutzfläche.

a) Als elektrisch leitende Schutzfläche ist auch ein Metallgitter oder -netz zulässig, das die zufällige Berührung Hochspannung führender Teile praktisch ausschließt.

b) Die elektrisch leitende Schutzfläche muß geerdet sein oder es muß ein Punkt des Hochspannungssystemes mit der Schutzfläche leitend verbunden und eine Vorkehrung getroffen sein, die den Übertritt der Oberspannung des Röntgenapparates zu den Unterspannungskreisen verhindert.

§ 9.

Fenster in Schutzhüllen.

a) Fenster in Schutzhüllen, durch deren Öffnen Hochspannung führende Teile der Anlage zugänglich werden, dürfen nur mit Werkzeug lösbar sein, oder es muß das

Öffnen entweder nur im spannungslosen Zustande des Röntgenapparates möglich sein oder das Abschalten des Röntgenapparates bewirken.

§ 10.

Schutzhülle aus starrem Isolierstoff.

a) Die Schutzhülle aus starrem Isolierstoff samt der zwischen ihr und dem Hochspannungssystem befindlichen Luftschicht muß der Isolationsprüfung mit dem 1,25-fachen der höchsten gegen Erde möglichen Betriebsspannung standhalten.

1. Die Schutzhülle soll an jedem Punkt ihrer Außenfläche der Prüfung mit einer an sie herangebrachten, geerdeten Kugel von höchstens 10 mm Durchmesser 1 min lang standhalten (Kugelprüfung).

C. Röntgenanlagen der Klassen B bis D.

§ 11.

Kurzschließer.

a) In Röntgenanlagen mit einem oder mehreren Kondensatoren im Hochspannungskreis müssen Vorrichtungen zum Kurzschließen der einzelnen Kondensatoren vorgesehen sein.

§ 12.

Röntgenapparat.

a) Die zum Röntgenapparat führende Tür (Gittertür, Raumtür, Schranktür) muß verschließbar sein.

1. Empfohlen werden Einrichtungen, die beim Öffnen der Tür den Röntgenapparat spannungslos machen oder das Öffnen der Tür nur bei abgeschaltetem Röntgenapparat zulassen.

Wird beim Schließen der Tür die Hochspannung selbsttätig wieder eingeschaltet, so soll das beabsichtigte Offenhalten der Tür durch eine zuverlässige Vorrichtung gewährleistet sein.

b) Der Röntgenapparat muß vom Apparatraum aus spannungslos gemacht werden können.

D. Röntgenanlagen der Klassen C und D.

§ 13.

Festverlegte Hochspannungsleitungen.

a) An begehbaren Stellen des Arbeitsraumes muß der tiefste Punkt der festverlegten Hochspannungsleitungen sowie der an ihnen befestigten Geräte (z. B. Meßgeräte) in mindestens 2,5 m Höhe über dem Fußboden liegen. Dieser Wert darf unterschritten werden, wenn unter den Leitungen ein geerdeter, metallener Schutz oder eine Schutzschicht aus starrem Isolierstoff angeordnet ist, die den Bedingungen in § 10 genügt.

b) An nicht begehbaren Stellen des Arbeitsraumes darf der Wert nach a) unterschritten werden, falls die Hochspannung führenden Teile außer Reichweite sind.

c) Dient ein Röntgenapparat zum abwechselnden Speisen der Hochspannungsleitungen mehrerer Untersuchungs- oder Behandlungsräume, so müssen Schalter vorgesehen sein, durch die stets nur die Hochspannungsleitungen eines Arbeitsraumes unter Spannung gesetzt werden können.

§ 14.

Untersuchungs- und Behandlungsraum.

a) Im Untersuchungs- und Behandlungsraum muß eine optische oder akustische Signaleinrichtung vorhanden sein, die anzeigt, solange der Röntgentransformator eingeschaltet ist.

§ 15.

Fußschalter.

a) Der Gebrauch eines Fußschalters als Betriebsschalter für den Röntgentransformator ist nur zulässig, wenn er in seiner Ausschaltstellung durch eine besondere Vorrichtung (Verriegelung, Schutzbügel, Kappe) gesichert ist.

E. Röntgenanlagen der Klasse D.

§ 16.

Erdung einer Stelle im Hochspannungssystem.

a) In Röntgenanlagen der Klasse D darf keine Stelle des Hochspannungssystemes geerdet sein.

§ 17.

Röntgenapparat mit mehreren Betriebsschaltern.

a) Sind mehrere Betriebsschalter oder außer dem Betriebsschalter Vorrichtungen vorhanden, durch die der Röntgenapparat betriebsmäßig eingeschaltet werden kann, so müssen entweder alle Betriebsschalter oder Vorrichtungen gegeneinander verriegelt, oder es muß vorgesehen sein, daß der Röntgentransformator nur eingeschaltet werden kann, wenn alle Betriebsschalter oder Vorrichtungen eingeschaltet sind.

b) Ist außerhalb des Schalttisches ein Hilfsgerät (z. B. eine ablaufende Buckyblende) vorhanden, das bei Erfüllung seiner Hauptaufgabe auch noch den Röntgentransformator einschaltet, so muß es mit einer Vorrichtung versehen sein, die ungewolltes Wiedereinschalten verhindert.

§ 18.

Überstromschutz.

a) Jede Röntgenanlage muß, außer in der Schaltung, in der sie für Aufnahmen mit Zeitrelais benutzt wird, einen Selbstschalter enthalten, der den Röntgentransformator primär abschaltet, sobald die Primärstromstärke den bei den verschiedenen Betriebsweisen überhaupt auftretenden Höchstwert um etwa 10 % übersteigt.

b) Eine ohne Zuhilfenahme eines Werkzeuges verstellbare Vorrichtung zum Ändern der Auslösestromstärke des Selbstschalters ist nur zulässig, wenn durch ihre Betätigung die Betriebsweise der Anlage zwangsläufig verändert wird (z. B. Umschaltung von Aufnahme- auf Durchleuchtungsbetrieb).

§ 19.

Apparatgehäuse.

a) Besteht das Apparatgehäuse aus nicht leitendem Baustoff (Holz oder Isolierstoff), so muß es so beschaffen sein, daß es der Kugelprüfung während des Betriebes des Apparates mit höchster Betriebsspannung standhält.

b) Liegen die Hochspannungspole eines im Behandlungs- oder Untersuchungsraum befindlichen Röntgenapparates in weniger als 2 m Höhe über dem Fußboden, so muß um den Apparat herum ein Geländer in solchem Abstand vorgesehen sein, daß die Hochspannungspole des Röntgenapparates außer Reichweite liegen.

§ 20.

Fußboden.

a) In Röntgenanlagen sind nackte Stein-, Beton- oder mit Eisenplatten oder Rosten durchsetzte Böden möglichst zu vermeiden.

§ 21.

Röntgenröhren.

a) Das Kühlgefäß bei wassergekühlten Röntgenröhren muß aus einem unzerbrechlichen Stoff gefertigt sein.

§ 22.

Röhrenzuleitungen.

a) Als Zuleitungen zur Röhre müssen selbsttätig zurückschnellende Hochspannungsleitungen verwendet werden, die gegen unbeabsichtigtes Aushaken durch Erschütterungen oder dgl. gesichert sind.

b) Sind die Zuleitungen nicht abnehmbar an der festverlegten Hochspannungsleitung befestigt, so darf ihr tiefster, Hochspannung führender Punkt in Ruhelage nicht unter der in § 19 angegebenen Mindesthöhe liegen.

§ 23.

Röntgengeräte.

a) Die Hochspannung führenden Teile müssen gegen die Metallteile des Röntgengerätes so isoliert sein, daß Überschläge bei Röhrenspannungen bis zum 1,25-fachen ihres betriebsmäßig vorkommenden Höchstwertes nicht auftreten.

Der Mindestabstand der Hochspannung führenden Teile von den im Betrieb berührbaren Teilen des Röntgengerätes muß, sofern sich zwischen ihnen keine Schutzschichten aus starren Isolierstoffen befinden, bei Betriebshöchstspannungen bis 130 kV mindestens 1,1 mm/kV, bei Betriebshöchstspannungen über 130 kV mindestens 1,3 mm/kV der Röhrenspannung betragen.

b) Bei Benutzung von Tischgeräten, bei denen sich die Röntgenröhre oberhalb des zu Untersuchenden befindet, müssen die Anschlußpunkte für die Röhrenzuleitungen so angeordnet sein, daß diese annähernd lotrecht verlaufen können.

§ 24.

Röntgengeräte für Diagnostik.

a) Metallteile, die sich zwischen der Röntgenröhre und dem zu Untersuchenden befinden, müssen geerdet sein. Das zwischen dem zu Untersuchenden und der Röhre befindliche Metallfilter fällt nicht unter die Vorschriften.

1. Befindet sich der zu Untersuchende zwischen Röhre und Lagerungstisch, so soll dieser möglichst nicht geerdet werden. Solche Lagerungstische sollen möglichst aus Holz oder Isolierstoff gefertigt sein.

b) Bei Untersuchungsgeräten, bei denen der zu Untersuchende von der Röntgenröhre durch die Stützwand getrennt ist, muß der Mindestabstand der Hochspannung führenden Teile von der Stützwand, sofern sich zwischen dieser und den Hochspannung führenden Teilen keine Schutzschichten aus starren Isolierstoffen befinden, um 20 % größer als nach § 23 a), Abs. 2, sein.

c) Bei Untertischgeräten und umlegbaren Geräten für Untertischdurchleuchtung müssen Vorrichtungen vorgesehen sein, die das zufällige Annähern des zu Untersuchenden oder des Untersuchers an Hochspannung führende Teile möglichst verhindern.

Bei Untersuchungstischen müssen die Zuleitungen bis in 2 m Höhe für Hochspannung isoliert oder verschalt sein.

2. Erdungsleitungen von 4 mm^2 Querschnitt sind ausreichend.

§ 25.

Lagerungstische für Therapiebetrieb.

a) Lagerungstische müssen aus Holz oder Isolierstoff gefertigt oder mindestens mit Füßen aus Holz oder Isolierstoff versehen sein, die der Betriebshöchstspannung 1 min lang standhalten.

B. Betriebsvorschriften.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. April 1933 in Kraft[2].

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten nur für medizinische Röntgenanlagen, die mit Gleichstrom oder mit Wechselstrom niederer oder mittlerer Frequenz betrieben werden und zum Untersuchen und Behandeln von Menschen dienen, sowie für tierärztliche Röntgenanlagen.

II. Bestimmungen.

§ 3.

Warnungsschilder.

a) Innerhalb jedes Raumes mit frei zugänglichen Hochspannung führenden Teilen sowie an der Außenseite der Zugangstüren zu von Untersuchungs- oder Behandlungsräumen getrennten Apparaträumen sind Schilder mit der Aufschrift anzubringen:



b) In unmittelbarer Nähe des Hauptschalters ist ein Warnungsschild anzubringen, das darauf hinweist, daß er nur bei ausgeschaltetem Betriebsschalter eingelegt werden darf.

§ 4.

Berühren von Röntgenapparatteilen.

a) Vor jedem Berühren Hochspannung führender Teile von Röntgenanlagen muß man sich davon überzeugen, daß der Hauptschalter ausgeschaltet ist.

b) Ist ein vom Arbeitsraum getrennter Apparatraum vorhanden, oder der frei aufgestellte Röntgenapparat innerhalb des Arbeitsraumes durch ein Gitter oder Geländer unzugänglich gemacht, oder der Röntgenapparat in einem Schrank untergebracht, so muß die zum Röntgenapparat führende Tür verschlossen sein.

[2] Angenommen durch den Vorstand im Oktober 1932.

Der Schlüssel zu dieser Tür muß, sofern er nicht Bestandteil einer Blockierungsvorrichtung ist, von einer zuverlässigen Person verwahrt werden.

Der Röntgenapparat muß nach Betreten des Aparatraumes mit dem dort befindlichen Schalter ausgeschaltet oder kurzgeschlossen und geerdet werden, es sei denn, daß der Röntgenapparat im Betriebe beobachtet werden soll.

§ 5.

Berühren von freien Hochspannungsleitungen.

a) Auch wenn die Röntgenanlage hochspannungsfrei ist, berühre man niemals beide Hochspannungsleitungen gleichzeitig. Ferner achte man beim Berühren einer Hochspannungsleitung streng darauf, daß man nicht zufällig mit der anderen Hochspannungsleitung oder mit Erde in Berührung kommt.

b) Kondensatoren im Hochspannungskreis sind kurzzuschließen, bevor eine der Hochspannungsleitungen berührt wird.

§ 6.

Schutz unbenutzter Arbeitsplätze.

a) Sind mehrere Arbeitsplätze an den gleichen Röntgenapparat angeschlossen, so überzeuge man sich vor jedem Einschalten davon, daß die unbenutzt bleibenden Arbeitsplätze hochspannungsfrei sind.

§ 7.

Hochspannungszuführungen.

a) Bei Anlagen mit beweglichen, frei zugänglichen Hochspannungszuführungen muß auf genügend großen Abstand der Zuführungen gegen Metallteile von Stativen und Apparaten geachtet werden. Der Abstand muß mindestens 1,1 mm/kV des Scheitelwertes der Röhrenspannung betragen.

b) Befinden sich der zu Behandelnde und die Röntgenröhre auf der gleichen Seite der Stützwand oder der Lagerungsplatte des Untersuchungs- oder Bestrahlungsgerätes, und ist er nicht durch eine geerdete Metallschutzhülle gegen frei zugängliche, Hochspannung führende Teile abgeschirmt, so muß der Abstand zwischen den Hochspannung führenden Teilen und dem zu Behandelnden mindestens 1,5 mm/kV des Scheitelwertes der Röhrenspannung, jedoch in keinem Falle weniger als 200 mm betragen.

§ 8.

Wahlweise anschließbarer Betriebsschalter.

a) Ist außer dem in den Röntgenapparat eingebauten Betriebsschalter ein mit dem Röntgenapparat nicht fest verbundener zweiter Betriebsschalter vorhanden, so darf dieser nicht verbunden oder gelöst werden, ehe man sich davon überzeugt hat, daß sich beide Betriebsschalter in der Ausschaltstellung befinden.

§ 9.

Signal bei Einschalten der Hochspannung.

a) Vor jedem Einschalten der Hochspannung muß ein deutlich hörbares Zeichen vom Arzt oder vom Einschaltenden gegeben werden.

§ 10.

Ausschalten nach beendeter Arbeit.

a) Nach Beendigung des Arbeitens mit den Röntgenapparaten ist der Hauptschalter auszuschalten.

§ 11.

Nachprüfen der Signalvorrichtungen.

a) Täglich muß man sich bei Betriebsbeginn von der Wirksamkeit der akustischen und optischen Zeichen überzeugen.

§ 12.

Nachprüfen der Leitungstrommeln.

a) Federnde Band- oder Kabeltrommeln sind täglich auf selbsttätiges Zurückschnellen zu überprüfen.

Versagende Trommeln sind sofort außer Betrieb zu setzen.

§ 13.

Nachprüfen der selbsttätigen Ausschaltvorrichtungen.

a) Sicherheitsvorrichtungen zum selbsttätigen Ausschalten des Röntgenapparates sind in regelmäßigen Zeitabständen (mehrmals im Jahre) zu überprüfen.

§ 14.

Nachprüfen der Hochspannungsleitungen.

a) Festverlegte Hochspannungsleitungen sind jährlich mindestens einmal in Bezug auf mechanische Festigkeit nachzuprüfen.

§ 15.

Nachprüfen der Schutzleitungen.

a) Alle Schutzleitungen der Röntgenanlage sind jährlich einmal zu prüfen.

§ 16.

Nachprüfen der Schutzbekleidung.

a) Die elektrische Isolierfestigkeit von Schutzbekleidungen nach § 10 der Bauvorschriften ist jährlich mindestens einmal mit der erreichbaren Höchstspannung des Röntgenapparates nachzuprüfen.

§ 17.

Ausschalten bei Schadenfeuer.

a) Bei Ausbruch von Feuer in Apparat- oder Bedienungsräumen ist die Röntgenanlage sofort vom Netz zu trennen.

§ 18.

Aushängen der Betriebsvorschriften.

a) Diese Betriebsvorschriften und die „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen" müssen im Röntgenzimmer ausgehängt sein.

§ 19.

Unterweisung von Hilfskräften.

a) Jedem, der sich im Röntgenbetriebe (wenn auch nur vorübergehend) betätigen soll, sind vor Dienstantritt diese Betriebsvorschriften auszuhändigen und zu erläutern.

Der Empfang der Betriebsvorschriften ist dem Institutsleiter durch Unterschrift zu bestätigen.

Auch ist eine Unterweisung über die „Anleitung zur ersten Hilfe bei Unfällen" zu erteilen.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33.



Betr.: Installations-Selbstschalter.

Laut Mitteilung des Elektrischen Prüfamtes 3 in München entsprechen die nachstehend aufgeführten Installations-Selbstschalter (Kleinautomaten) der Algemeinen Elektricitäts-Gesellschaft, Apparatefabriken Treptow, Berlin SO 36, Hoffmannstr. 15 ··· 23, für 6 A, 250 V Gleichspannung und 380 V Wechselspannung, den seit dem 1. VII. 1930 geltenden Leitsätzen des VDE für Installations-Selbstschalter (VDE 445).

Die Installations-Selbstschalter sind in Sockelform mit rückseitigem Bolzenanschluß hergestellt, die Auslösung erfolgt elektromagnetisch und wird bei kleineren Überlastungen durch eine thermisch gesteuerte mechanische Hemmvorrichtung verzögert.

Prüfzeit: Juli/August 1932.

Für Installations-Selbstschalter wird bekanntlich die Genehmigung zur Benutzung des VDE-Zeichens noch nicht erteilt. Es können aber Installations-Selbstschalter, welche lt. Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München den obenerwähnten Leitsätzen entsprechen, ebenso als verbandsmäßig angesehen werden wie andere Apparate, deren Übereinstimmung mit den VDE-Vorschriften von der VDE-Prüfstelle durch Erteilung der Zeichengenehmigung anerkannt worden ist (vgl. Veröffentlichungen in der ETZ 1932: H. 2, S. 45; H. 4, S. 92; H. 5, S. 114; H. 6, S. 137; H. 13, S. 325; H. 18, S. 446; H. 19, S. 470; H. 37, S. 901; H. 39, S. 950; und H. 40, S. 975.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.

Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Braunschweig. 1. XII. 1932, abds. 8 h, Hochspannungsinst. der T. H., Eing. Hamburger Str. 307: Vortrag Prof. Dr.-Ing. L. Pungs, „Akust. u. psycholog. Grundlagen der Aufnahme und Wiedergabetechnik im Rundfunk" (m. Vorführ. u. Lichtb.).

Elektrotechn. Verein Breslau. 29. XI. 1932, abds. 8 h, gr. Saal des Elektrot. Inst. der T. H.: Vortrag Dr.-Ing. M. Schäfer, „Moderne Hilfsmittel für den ungestörten und gestörten Betrieb von el. Stromerzeugungs- u. Verteilungsanlagen" (m. Lichtb. u. Vorführ.).

Deutsches Inst. für techn. Arbeitsschulung, Düsseldorf (Dinta). 25. XI. 1932, nachm. 4 h, Kaisersaal der Städt. Tonhalle: 3. ord. Mitgliederversammlung mit Vorträgen, u. a. H. Grimm, „Vom deutschen Kampfe um die Persönlichkeit". L. Ziegler, „Nationale Wirtschaft".

Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband, Berlin. 30. XI. 1932, nachm. 5 h, gr. Saal des Ingenieurhauses, Friedrich-Ebert-Str. 27: Hauptversammlung mit Lichtbildervortrag von Prof. N. Holz, „Erfahrungen in Bau u. Betrieb skandinavischer Wasserkraftwerke mit bes. Berücks. der Werke in Südschweden".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

C. Dornhoff. — Herr Obering. Carl Dornhoff, Horrem (Bez. Köln), wurde von der Industrie- und Handelskammer Bonn als Sachverständiger für Elektrotechnik, speziell für Elektromaschinenbau, deren Antriebsmaschinen, elektrische Apparate und Einrichtungen sowie elektrische Licht- und Kraftanlagen vereidigt und öffentlich angestellt.

I. Langmuir. — Dem Direktor des Forschungslaboratoriums der General Electric Co. in Schenectady, Dr., Dr.-Ing. E. h. Irving Langmuir, wurde der Nobelpreis für Chemie verliehen. Die auch für die Elektrotechnik fruchtbaren Forschungen Langmuirs betreffen vorwiegend das Grenzgebiet zwischen Physik und Chemie. Wir haben seine Arbeiten bereits anläßlich seiner Ernennung zum Präsidenten der American Electrochemical Society gewürdigt[1]; den dort aufgeführten Leistungen möchten wir heute noch die Schutzgas-Schweißung[2] (Verwendung einatomigen Wasserstoffs) und die Erforschung des „Plasma" von Gasentladungen zufügen. Die Arbeiten Langmuirs können als Musterbeispiel dafür dienen, daß die freie, nicht an ein praktisches Ziel gebundene Forschung oft die schönsten Ergebnisse für die Technik zeitigt.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Neue Mittel und Wege auf dem Gebiete der Elektroheizung.

In seinem Aufsatz in H. 34 erwähnt Herr Neiss, daß bei der von ihm beschriebenen Heizeinrichtung zwischen dem Heizrohr und dem Öl ein Temperaturgefälle von 35 ° C bestehe, und er erwähnt, daß bei einer Heizung des Rohres mit Widerstandselementen die Rohroberfläche rund das 4fache betragen müsse, um zu dem gleichen Resultat zu gelangen. Allerdings schreibt er, daß diese 4fache Oberfläche nötig ist, wenn man „ihnen" — nämlich den Widerstandselementen — kein größeres Temperaturgefälle als 35 ° C geben will. Die Temperatur der Widerstandselemente ist aber für den Erwärmungsvorgang, insbesondere für örtliche Überhitzungen des Öles gleichgültig. Es kommt nur auf die Rohrtemperatur an, und die ist unabhängig davon, ob das in beiden Fällen gleich große Heizrohrsystem durch in ihm selber induzierte Ströme oder durch außerhalb angebrachte Heizkörper gleichmäßig aufgeheizt wird, da nicht einzusehen ist, warum der von Herrn Neiss erwähnte Wert für die spezifische Belastung der Rohroberfläche nicht auch bei anderen Heizverfahren erreicht werden soll. Die Wärmeübergangszahl vom Rohr zum Öl ist doch unabhängig davon, auf welche Weise die der inneren Rohrwandung von außen zuströmende Wärme erzeugt wird.

Wolfgang (Hanau), 6. IX. 1932. Th. Dall.

[1] ETZ 1929, S. 702.
[2] Sandelowsky, ETZ 1930, S. 1649.

Erwiderung.

Wie in meinem Aufsatz ausdrücklich erwähnt, bezieht sich der Vergleich zwischen Widerstands- und Induktionsheizung in jedem Fall auf die Wärmequelle, d. h. es muß bei der Widerstandsheizung die Temperatur der Widerstandselemente zugrunde gelegt werden. Für den Erwärmungsvorgang erfordert die Zustandsänderung innerhalb des Rohres mit geringem Volumen einen trägheitslosen Wärmeübergang von der Wärmequelle zum Heizgut, wie dieses bei der Induktionsheizung gelöst ist. Wird jedoch bei der Widerstandsbeheizung durch Strahlung infolge des hohen Temperaturgefälles innerhalb der elektrischen und Wärmeisolation sowie benachbarten Konstruktionsteilen und schließlich der Heizwicklung selbst Wärme gespeichert, so ist mit thermischen Nachwirkungen innerhalb des Heizgutes zu rechnen. Auf diesen Umstand habe ich ausdrücklich unter „Sicherheitseinrichtungen" auf Seite 815 hingewiesen.

Die von Herrn Dall gemachten Voraussetzungen entbehren einer praktischen Grundlage, da sie nur dann zutreffen, wenn zwischen Wärmeerzeugung und Wärmeentnahme Gleichgewicht herrscht.

Hamburg, 14. X. 1932. O. Neiss.

LITERATUR.

Besprechungen.

Kurzwellentechnik — ein Leitfaden für den Amateur. Herausg. v. Dt. Amateur-Sende- u. Empfangsdienst, Berlin. Mit 340 Abb. u. 304 S. in 8°. Verlag Rothgießer & Diesing AG., Berlin 1931. Preis geb. 11,50 RM.

Das Buch wendet sich an den technisch vorgebildeten Amateur und kann mit großem Vorteil von Elektroingenieuren benutzt werden, die sich in das ihnen noch fremde Gebiet einarbeiten wollen. Es behandelt die Organisation der Kurzwellen-Amateure, bringt dann ganz knapp die technischen Grundlagen und sehr ausführlich die Kurzwellenpraxis. Jeder Abschnitt ist von einem Amateur-Spezialisten bearbeitet, doch ohne daß die Einheitlichkeit darunter leidet. Der Berichter empfiehlt, bei der 2. Auflage die Normen des AEF noch mehr zu berücksichtigen, bei Netzanschlußgeräten auf die Verbandsvorschriften hinzuweisen, Druckfehler und unglückliche Redewendungen (wie „kurzwellige Zwecke", „aperiodische Kopplung" usw.) auszumerzen, die Zahlenbeispiele ausführlicher durchzurechnen und ein alphabetisches Inhaltsverzeichnis beizugeben. Diese Kleinigkeiten haben jedoch auf den Wert des sehr inhaltreichen Büchleins keinen Einfluß.

K. Mühlbrett.

Electricity and magnetism. The mathematical theory. Von Prof. V. C. Poor. Mit 3 Abb., IX u. 183 S. in 8°. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London, und John Wiley & Sons, Inc., New York 1931. Preis geb. 11 s.

Das Buch behandelt die mathematische Theorie der Elektrizität und des Magnetismus in vektorieller Form. Es ähnelt in seiner Anlage dem I. Teil des Werks von Abraham über den gleichen Gegenstand. Die Einleitung bildet eine kurze Einführung in die Vektoranalysis. Die beiden ersten Kapitel umfassen die Elektrostatik, die Magnetostatik und die dielektrische Polarisation. Das III. Kapitel behandelt den Leitungs- und Verschiebungsstrom sowie die Grundgesetze des Elektromagnetismus. Obwohl sich die Darstellung an die Maxwellsche Theorie hält, wird an den erforderlichen Stellen auch auf die Vorstellungen der Elektronentheorie hingewiesen. Das IV. Kapitel ist der Dynamik der elektrischen Strömung gewidmet. Von großem Wert für das Studium des Buches sind die am Schluß der einzelnen Kapitel angegebenen Übungsfragen. Im letzten Kapitel wird der Rahmen der Maxwellschen Theorie durch einen Exkurs in die Elektronentheorie überschritten. Den Schluß dieses Kapitels bilden Betrachtungen über die Lorentztransformation und den Standpunkt der speziellen Relativitätstheorie. Der Darstellung des umfangreichen Stoffes muß in jeder Hinsicht volles Lob gezollt werden. Kafka.

Darstellung der gesamten Schweißtechnik. Von Prof. P. Bardtke. 2. erw. u. vollst. erneuerte Aufl. Mit 315 Abb., XI u. 275 S. in 8°. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin 1931. Preis geb. 12,50 RM, f. VDI-Mitgl. 11,25 RM.

Die zweite Auflage zeigt gegenüber der ersten wesentliche Verbesserungen, sowohl was Inhalt, als auch Ausstattung anlangt. Der Umfang ist der gleiche geblieben (etwa 300 Seiten). Das Buch entspricht dem neuesten Stande, soweit das bei der immer noch in starker Entwicklung befindlichen Sondertechnik möglich ist. Es behandelt vorwiegend die autogene Schweißung und elektrische Bogenschweißung, auch der Widerstandschweißung ist jetzt mehr Raum gewidmet. Wenn der Verfasser diesmal auch die Forschungen anderer mehr berücksichtigt, unter Quellenangabe, so stützt er sich doch vorwiegend auf die Erfahrungen der ihm unterstehenden Schweißtechnischen Versuchsanstalt; dadurch erklären sich manche einseitige Stellungnahmen, z. B. hinsichtlich der Schweißtransformatoren, die ziemlich stiefmütterlich behandelt werden, und ebenfalls hinsichtlich der umhüllten Elektroden, von denen nur die schlackenden im Gegensatz zu den nackten gebracht werden. Die Schweißmaschinen sind gegenüber den Schneidmaschinen m. E. zu kurz abgetan. Auch könnte etwas mehr über die Wassergasschweißung, die doch auch heute noch ein weites Gebiet beherrscht, gesagt sein. Lobend sei die klare, jedermann verständliche Ausdrucksweise hervorgehoben, die im Verein mit gut gewählten Abbildungen das Studium zu einem Genuß machen. Das Buch sei als eines der besten auf seinem Gebiet nicht nur dem Fachmann, sondern auch dem sich schnell und hinreichend unterrichtenden Laien empfohlen.

J. C. Fritz.

Eingegangene Doktordissertationen.

Werner Schulz, Untersuchungen und Betrachtungen über das vollautomatische Zuführen von kleinen Werkstücken in der Metallwarenfabrikation. T. H. Aachen.

Oscar Steiger, Über das dielektrische Verhalten der Methylamine. T. H. Zürich 1931. (Sonderdr. aus „Physik. Z." Bd. 32, 1931, Nr. 11.)

Efim Bindler, Die kompensierte Einphasenasynchronmaschine. T. H. Zürich 1932.

Karl Blaufuß, Über das Anlassen von Synchronmaschinen mit asynchronem Generator. T. H. München 1932.

Karl August Schmidt, Über luftansaugende Kreiselpumpen. T. H. Hannover 1931.

Piet Hein, Experimentelle Untersuchung der Grenzbedingungen flüssiger Reibung im oszillierend belasteten Lager. T. H. Karlsruhe 1931. Verlag für Fachliteratur G. m. b. H., Berlin SW 68, 1932.

Hans Hiepe, Kritische Betrachtung der Beleuchtung unter Tage im Ruhrkohlenbergbau und ihrer Entwicklungsmöglichkeiten. T. H. Berlin 1931.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel[1]. — Innerhalb des Tarifunterabschnitts 18 B war die Verteilung des Elektroaußenhandels im September 1932 folgende:

Waren	Mengen dz		Werte 1000 RM	
	September	Jan./Sept.	September	Jan./Sept.
Einfuhr:				
Elektrische Maschinen (einschl. Teile)	943	8 696	301	2 636
Elektrot. Erzeugnisse	1 963	15 767	1 553	14 615
Ausfuhr:				
Elektrische Maschinen (einschl. Teile)	15 199	227 972	3 964	59 022
Elektrot. Erzeugnisse	48 526	481 899	18 120	183 846

Für die Einfuhr ergibt sich gegenüber dem Vormonat (2660 dz bzw. 1,552 Mill RM) eine Zunahme um 246 dz (9 %) und 0,302 Mill RM (19 %), während der Vergleich mit dem September 1931 (5774 dz bzw. 3,256 Mill RM) eine Verringerung um 2868 dz (rd. 50 %) bzw. 1,402 Mill RM (43 %) aufweist. Die Ausfuhr ist um 10 124 dz (14 %) und 1,356 Mill RM (6 %) hinter der des Augusts (73 849 dz bzw. 23,440 Mill RM) zurückgeblieben und war um 60 371 dz (rd. 49 %) bzw. 19,353 Mill RM (47 %) schwächer als im Parallelmonat von 1931. In den abgelaufenen neun Monaten hat der Import, auf den während dieser Zeit 1794 Lichtmaschinen usw. (3888 i. V.), 35 677 Dynamos, Elektromotoren usw. (50 513 i. V.), 5070 Bogen- usw. Lampen (7818 i. V.), 5,439 Mill Metalldrahtlampen (4,985 i. V.) und 1300 Kohlefaden- usw. Lampen (0,118 Mill i. V.) entfielen, um 16 399 dz (40 %) bzw. 10,091 Mill RM (37 %) gegen die entsprechende Periode des Vorjahres abgenommen. Der Export ist im Vergleich zu dieser um 353 628 dz (33 %) und 111,030 Mill RM (31 %) gesunken; der Stückzahl nach umfaßte er 64 602 Lichtmaschinen usw. (57 651 i. V.), 442 647 Dynamos, Elektromotoren usw.

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1399; 1932, S. 1047

Stat. Nr.	Erzeugnisse	Einfuhr in dz September 1932	Einfuhr in dz Januar/September 1932	Einfuhr in dz Januar/September 1931	Ausfuhr in dz September 1932	Ausfuhr in dz Januar/September 1932	Ausfuhr in dz Januar/September 1931
907 a	Lichtmaschinen und Lichtzündmaschinen für Motorfahrzeuge; Anlaßmotoren für Verbrennungsmotoren	4	111	328	407	6 898	4 767*
907 b/g	Dynamomaschinen, Elektromotoren, Umformer[1]; Transformatoren und Drosselspulen	925	8 252	15 798	14 050	208 481	206 911*
907 h	Fertig gearbeitete Anker, Kollektoren[2]	14	333	585	742	12 593	17 683*
908 a, b	Elektrizitätsammler, deren Ersatzplatten (Elektroden)	79	545	1 674	3 950	33 005	43 113*
909	Kabel zur Leitung elektrischer Ströme, zur Verlegung in Wasser oder Erde geeignet	656	3 026	5 677	14 978	157 088	386 946*
910 a/c	Bogenlampen, Quecksilberdampf-, Quarz- und ähnliche Lampen; Gehäuse dafür mit Glasglocken; Scheinwerfer, Reflektoren[3]	28	122	116	105	1 211	1 678*
911 a	Metallfadenlampen	374	2 033	2 327	600	3 435	6 326*
911 b	Kohlenfaden-, Nernst- und andere Glühlampen	1	1	57	11	83	172
912 A1	Telegraphenwerke; Bestandteile davon	24	124	86	51	334	468
912 A2	Fernsprecher, Fernsprech-, Wand- und Tischstationen, Fernsprechvermittlungseinrichtungen; Bestandteile davon	15	503	488	678	9 556	15 745*
912 A3	Vorrichtungen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie; Bestandteile davon	209	2 512	4 082	4 134	27 592	51 693*
912 A4	Meß-, Zähl- und Registriervorrichtungen, auch in Verbindung mit Uhrwerken; Bestandteile davon	50	589	1 050	1 311	14 288	18 819*
912 B	Bügeleisen; in der Ausfuhr auch Bestandteile davon	—	31	59	400	3 560	6 013
912 C	Heiz-, Koch- und sonstige Wärmeapparate (ausgenommen 912 B); in der Ausfuhr auch Bestandteile davon	37	651	742	1 683	11 998	13 649*
912 D	Röntgenröhren; in der Ausfuhr auch Bestandteile davon	8	33	39	23	228	244*
912 E	Magnetzündapparate und sonstige elektrische Zündsysteme sowie Teile davon (ausgenommen Magnete); elektrotechnisches Zubehör für Motorfahrzeuge	61	880	1 083	1 016	11 701	14 015*
912 F1	Sicherungs- und Signalapparate; Läutewerke; Bestandteile davon	5	68	136	686	6 077	8 729*
912 F2	Vorrichtungen für Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrolyse; Vorschalte- und Nebenschlußwiderstände; sonst. a. n. g. Vorrichtungen; Bestandteile davon[4]	365	3 987	5 539	13 688	160 653	197 826*
912 F3	Vorrichtungen für ärztliche oder zahnärztliche Zwecke; Bestandteile davon (ausgenommen 912 D)	39	545	816	516	6 393	10 764*
912 F4	Galvanische (auch Trocken-)Elemente, elektr. und galvanische Batterien; Thermoelemente; Bestandteile davon	11	41	152	2 758	17 483	34 929*
912 F5	Isolationsrollen, -glocken, -knöpfe, Spulen, Taster, Schalter usw. aus Steingut, Porzellan oder Glas (ausgenommen 733 a)	—	75	18	6	6	6
912 F6	Isolationsgegenstände aus Asbest, Asbestpappe, Glimmer oder Mikanit für die Elektrotechnik (Schutzkasten usw.)	1	1	10	21	211	294
912 F7	Isolierröhren für elektr. Leitungen aus Papier oder Pappe und Verbindungsstücke dafür[5]	.	.	.	1 917	16 987	22 689*
—	Elektrotechnische Erzeugnisse, unvollständig angemeldet	—	—	—	—	16	26
	Summe von Tarifunterabschnitt 18B: Menge in dz	2 906	24 463	40 862	63 725	709 871	1 063 499*
	Summe von Tarifunterabschnitt 18B: Wert in 1000 RM	*1 854*	*17 251*	*27 342*	*22 084*	*242 868*	*353 898**
648 a	Vorgepreßte Blöcke, Platten und Stangen aus Kohle für elektrotechnische Zwecke	25	186	139	26	253	13 584
648 b	Kohlenbürsten, Mikrophonkohlen usw.; Kohlenfäden für elektr. Beleuchtungskörper oder dgl., auch in Verbindung mit Platin	2	25	33	43	474	574
648 c	Brennstifte für Bogenlampen	16	76	60	320	3 864	5 407
648 d	Elektroden	443	2 215	2 365	16 639	107 954	126 703
733 a	Porzellanisolatoren für Telegraphen- oder Fernsprechleitungen[7]	—	—	22	2 196	18 629	43 538*
740 a	Glühlampenkolben	—	9	61	385	5 038	10 536
783 c	Bearbeitete Teile von elektrischen Maschinen der Nrn. 907 a/g und von Erzeugnissen der Nrn. 907 h/911 b aus nicht schmiedbarem Gußeisen	—	43	170	9	9	9
799 c	desgl. aus schmiedbarem Eisen	—	305	540			
890 a	Isolierter Draht aus unedlen Metallen für die Elektrotechnik	181	2 675	2 653	5 452	57 460	96 427*
915 b4	Elektrokarren[8]	.	.	.	—	1 980	2 548*

(526 825 i. V.), 86 971 Bogen- usw. Lampen (172 241 i. V.), 26,313 Mill Metalldrahtlampen (45,036 i. V) sowie 0,230 Mill Kohlefaden- usw. Lampen (0,469 i. V.). Sein Überschuß stellte sich auf 685 408 dz bzw. 225,617 Mill RM (1 022 637 dz bzw. 326,556 Mill RM i. V.). *fm*

[1] Quecksilberumformer s. Nr. 912 F 2. — [2] Die Ausfuhr umfaßt auch andere Teile von nicht vollständigen elektrischen Maschinen usw. — [3] Die Ausfuhr umfaßt auch Teile von Bogenlampen außer Brennstiften (648 c). — [4] Die Ausfuhr umfaßt auch Isolationsgegenstände aus Ambroin, Hartkautschuk usw. der Nr. 912 F 5 außer Isolationsglocken (733 a). — [5] Einfuhr nach Beschaffenheit. — [6] Isolationsglocken unter 733 a, andere Waren, auch aus Ambroin, Hartkautschuk usw., unter 912 F 2. — [7] Die Ausfuhr umfaßt Isolatoren aller Art (auch Isolationsglocken) aus Steingut oder Porzellan. — [8] Einfuhr unter 915 b (Last-, Liefermotorwagen). — [9] Für die Ausfuhr gelten die im Unterabschnitt 18 B bei den Maschinen angegebenen stat. Nrn.

* Einschließlich der Reparationssachlieferungen.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 45: Wer stellt die Taschenlampe „Sol" in Pistolenform her?

Abschluß des Heftes: 18. November 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Trennumschalter in eisengekapselten Schaltanlagen mit getrennten Sammelschienengruppen.

Mitteilung der AEG.

Die dreipoligen Trennumschalter Form GTU (Abb. 1) werden von der AEG für 300, 400 und 600 A, 550 V hergestellt. Sie sind vorzugsweise zum Zusammenbau mit Sammelschienenkasten bestimmt und dienen dazu, einen Schaltkasten für einen abgehenden Stromkreis auf zwei Sammelschienensysteme umzuschalten. Die Kasten sind so bemessen, daß noch ein Stromwandler und ein Strommesser eingebaut werden können. Der Gehäusedeckel kann auch in der Ausschaltstellung des Schalters geschlossen werden. Die Trennumschalter sind mit Isoliergriff und Berührungschutz versehen.

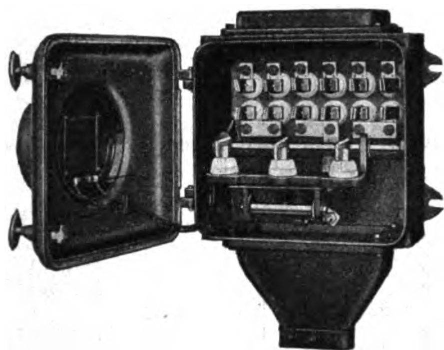


Abb. 1. Trennumschalter Form GTU 400.

Die Anordnung getrennter Sammelschienengruppen kann aus verschiedenen Gründen als vorteilhafte Lösung zur Anwendung kommen. So bietet sie ein einfaches Mittel zur Herabsetzung der Kurzschluß-Stromstärken in Anlagen, die von parallel geschalteten Generatoren oder Transformatoren gespeist werden. Man läßt also nicht alle Stromerzeuger auf ein gemeinsames Sammelschienensystem arbeiten, sondern läßt jede Sammelschienengruppe von einer Stromquelle speisen und schließt an jede soviel Verbraucher an, wie der Leistung dieser Stromquelle entsprechen. Der Vorteil dieser Unterteilung der Schaltanlage besteht darin, daß im Falle eines Kurzschlusses die Stromstärke auf den Teilkurzschlußstrom der einen angeschlossenen Stromquelle beschränkt bleibt. Wenn auch von der AEG gußeisengekapselte Schaltgeräte mit Selbstschaltern für größere Schaltleistungen entwickelt wurden, so daß bei 380 V bis zu 30 000 A sicher bewältigt werden können, so sind doch infolge der vergrößerten Anlagen der Betriebe und der gesteigerten Leistungen der elektrischen Zentralen Maßnahmen zur Begrenzung der Kurzschluß-Stromstärken sehr oft am Platz.

Da jedoch die Möglichkeit bestehen muß, eine der stromliefernden Einheiten z. B. für Überholungsarbeiten abzuschalten oder zu Zeiten geringerer Belastung einen der Generatoren oder Transformatoren ausfallen zu lassen, ohne daß ein Teil der angeschlossenen Verbraucher stromlos wird, muß in Anlagen mit mehreren Sammelschienengruppen eine Umschaltmöglichkeit bestehen. Bei der direkten elektrischen Kupplung der Sammelschienengruppen selbst ist es nötig, eine Verriegelung anzuordnen, die ein Parallelschalten zweier Stromquellen verhindert. Einfacher ist es, die abgehenden Leitungen so anzuordnen, daß sie wahlweise auf die eine oder die andere Sammelschienengruppe geschaltet werden können. Hierbei besteht gleichzeitig die Möglichkeit, die Belastung auszugleichen. Ein weiterer nicht außer Acht zu lassender Vorteil ist in der kleineren Gesamtlänge der Anlage zu sehen, da bei dieser Lösung die Sammelschienenkasten übereinander angeordnet werden.

Zwischen Sammelschienenkasten und Schaltkasten werden die eingangs erwähnten Trennumschaltkasten angeordnet. Abb. 2 zeigt ein Beispiel einer derartigen Anlage. Die Unterbringung der gesamten Anlage bei geringstem Raumbedarf auch in Ecken, an Pfeilern usw., die ein wichtiger Vorzug gekapselter Anlagen im allgemeinen ist, wird von der Verwendung mehrerer Sammelschienengruppen und der Trennumschaltkasten nicht berührt. Ebenso kann die Anordnung der Schaltkasten, Sicherungskasten, Instrumentenkasten usw. ober- oder unterhalb der Sammelschienen in der seither üblichen Art vorgenommen werden.



Abb. 2. Eisengekapselte Schaltanlage in einer Werkzeugfabrik. (Sammelschienenanordnung sichtbar durch Abnahme der Kastendeckel).

Bei der in Abb. 2 dargestellten Anlage ist im zweiten Feld von rechts durch Abnahme der Kastendeckel bei den Sammelschienenkasten und Öffnen der darunter angebauten Trennumschalt- und Sicherungskasten die Anordnung sichtbar gemacht.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 1. Dezember 1932 | Heft 48

Die Entwicklung der Elektrizitätswerke und der elektrotechnischen Industrie im Jahre 1931.

Von Dr. G. Plum, Frankfurt a. M.

Übersicht. Die Bilanzstatistik des Statistischen Reichsamtes für das Jahr 1931 läßt einen Rückgang der Rentabilität in der deutschen Wirtschaft erkennen. Die Elektrizitätswerke wurden von dieser Gesamtbewegung zwar auch ergriffen, jedoch hält sich der Rückgang in verhältnismäßig engen Grenzen. Stärker machte sich die veränderte Wirtschaftslage in der elektrotechnischen Industrie geltend, wo nicht nur die Gewinne stark zusammengeschrumpft sind, sondern darüber hinaus die Verluste wesentlich zugenommen haben.

Die Bilanzstatistik des Statistischen Reichsamtes[1] für den Ultimotermin 1931 umfaßt 1166 Aktiengesellschaften mit insgesamt 9691,1 Mill RM Nominalkapital, d. h. 39,3 % des gesamten Nominalkapitals der deutschen Aktiengesellschaften. Verglichen mit dem Gesamtbestand der zu den gleichen Terminen bilanzierenden Börsen- und Millionen-Gesellschaften wurden 71,6 % des Nominalkapitals erfaßt gegenüber 80 % i. V. Da die nicht erfaßten Unternehmungen zum großen Teil sanierungsbedürftig sind, ist das nachfolgende Bild eher zu günstig als zu ungünstig.

Die Erfolgsrechnungen zeigen überall starke Gewinnrückgänge bzw. wesentliche Erhöhungen der Verlustziffern, so daß ein Jahresreinverlust von 1065,5 Mill RM, d. s. 9,11 % des bilanzmäßigen Eigenkapitals ermittelt wurden gegenüber einem Jahresreingewinn von 511,4 Mill RM, d. s. 4,53 % des Eigenkapitals in 1930. Die Zahl der Gesellschaften mit Jahresreingewinn ist auf 680 (901) zurückgegangen. Der Jahresreingewinn von 326,8 (613,1) Mill RM macht 4,88 (6,23) % des 6699,1 (9842,3) Mill RM betragenden bilanzmäßigen Eigenkapitals aus. Demgegenüber ist die Zahl der Gesellschaften mit Jahresreinverlust auf 459 (251) gestiegen, der Jahresreinverlust betrug 1392,3 (101,7) Mill RM, d. s. 28,84 (8,69) % des 4861,1 (1257,8). Mill RM betragenden Eigenkapitals. Demgemäß ist auch die Zahl der Dividenden zahlenden Gesellschaften und die Dividendenhöhe zurückgegangen, wie nachfolgende Übersicht zeigt:

In % des Gesamtbestandes	Anzahl		Aktienkapital	
	1930	1931	1930	1931
dividendenlos	40,61	58,83	24,77	51,41
bis 5 %	15,21	16,47	17,82	18,78
5 ··· 10 %	33,90	19,73	43,66	27,46
über 10 %	10,28	4,97	13,75	2,35

Die Vermögenstatistik läßt eine scharfe Schrumpfung der Ziffern insbesondere der kurzfristigen Außenstände und Verpflichtungen erkennen, wie nachfolgende Übersicht zeigt:

	Mill RM	Veränderung in % des Vorjahrbestandes
Aktiva:		
Anlagen	— 315,8	— 3,42
Vorräte	— 371,1	—20,36
Beteiligungen u. Effekten	— 76,6	— 2,23
flüssige Mittel	—4566,4	—15,44
Passiva:		
eingez. Kapital	— 763,5	— 7,83
offene Reserven	+ 978,6	+53,96
langfristige Verschuldung	+ 96,1	+ 0,99
sonstige Verschuldung	— 3907,9	—18,00

Die starke Erhöhung der ausgewiesenen Reserven steht im Zusammenhang mit den Sanierungen und kann daher nur als ein Symptom der Verluste angesehen werden. Der Bilanzposten verschwindet zu Beginn des neuen Geschäftsjahres.

Die Bilanzstatistik für die **Elektrizitätswerke** umfaßt 74 (1930: 76) Aktiengesellschaften mit 1257,9 (1207,2) Mill RM Nominalkapital. Der Saldo aus Reingewinn und Verlust ermäßigte sich auf 53,1 (73,9) Mill RM. Die wichtigsten Veränderungen ergeben sich aus folgender Zusammenstellung der Bilanzen:

	1930	1931
Anzahl der Abschlüsse	76	74
Nominalkapital in Mill. RM	1207,2	1257,9
Aktiva (in Mill RM)		
Anlagen	1932,2	1944,0
Vorräte	33,5	30,3
Beteiligungen und Effekten	292,4	358,7
flüssige Mittel	332,6	330,1
Passiva (in Mill RM)		
eingezahltes Nominalkapital	1192,1	1245,4
Offene Reserven	105,8	109,1
Unterstützungsfonds	11,7	12,5
langfristige Verschuldung	831,0	862,8
sonstige Schulden	383,3	386,7
Erfolgsrechnung (in Mill RM bzw. %)		
Abschreibungen	96,3	99,0
Jahresreingewinn	74,4	53,7
dgl. in % des Eigenkapitals	6,04	4,06
Jahresreinverlust	0,5	0,6
dgl. in % des Eigenkapitals	0,04	0,05
dividendenberechtigtes Aktienkapital	1126,7	1213,9
Dividendensumme	69,5	47,8
dgl. in % des Eigenkapitals	6,17	3,94

Bereits in den Vorjahren war eine unterschiedliche Entwicklung der Bilanzen der Elektrizitätswerke gegenüber den übrigen deutschen Aktiengesellschaften festzustellen. Diese Tendenz hat sich noch weiter verschärft. Die veränderte Wirtschaftslage hat auch ihre Rückwirkungen auf die Elektrizitätswerke insofern geäußert, als die Investitionswelle der Jahre 1926 bis 1930 im Jahre 1931 zum Stillstand gekommen ist. Immerhin ist es kennzeichnend, daß die Elektrizitätswerke noch eine leichte Erhöhung ihres Anlagenbestandes nachweisen, trotzdem auch die Abschreibungen gegenüber dem Vorjahre noch um 3 % gestiegen sind. Die Elektrizitätswerke gehören also zu den wenigen Wirtschaftsgruppen, welche ihre gesamten Abschreibungen wieder neu investiert haben, also keinen rückständigen Investitionsbedarf haben auflaufen lassen. Allerdings wäre es falsch, hieraus Schlüsse auf die Stellung der Gruppe bei einem konjunkturellen Anstieg zu ziehen, weil die Elektrizitätswerke weniger durch ihre Betriebserneuerungen eine Rolle spielen als durch die Betriebsausbauten, die ihrem strukturellen Aufstieg entsprechen. Besonders bemerkenswert ist die Erhöhung der Beteiligungen und Effekten. Fast als einzige Gruppe der Industrie haben die Elektrizitätswerke eine beträchtliche Erhöhung der Beteiligungen durchgeführt. Charakteristisch für die Sonderstellung der Gruppe ist auch die leichte Erhöhung der flüssigen Mittel, während den Veränderungen bei den Vorräten nur untergeordnete Bedeutung zukommt.

Auch auf der Passivseite zeigt sich diese Sonderstellung. Das eingezahlte Eigenkapital ist gegenüber dem Vorjahre noch gestiegen. Von den Kapitalerhöhungen sind erwähnenswert: Märkisches Elektricitätswerk AG. mit 15 Mill RM, die im Aufbau befindliche AG. Obere Saale mit 7,8 Mill RM und die Preußische Elektrizitäts-AG. mit 30 Mill RM. Die offenen Reserven der Elektrizitätswerke machen die starke Erhöhung, die bei den deutschen Aktiengesellschaften in ihrer Gesamtheit festzustellen ist, nicht mit. Diesmal muß man das Zurückbleiben als ein Zeichen innerer Gesundheit der Elektrizi-

[1] Vgl. Wirtsch. u. Statist. 1932, S. 280 u. S. 477.

tätswerke gegenüber der sonstigen sanierungsbedürftigen Industrie werten. Die Unterstützungsfonds sind nur leicht entsprechend den laufenden Dotierungen angewachsen, wogegen die langfristige Verschuldung in größerem Umfange gestiegen ist, jedoch wesentlich in der Steigerung hinter den Vorjahren zurückblieb. Das gleiche gilt für die Erhöhung der sonstigen Schulden, die weniger hinsichtlich ihres Ausmaßes bemerkenswert ist als hinsichtlich der Tatsache, daß überhaupt noch eine kleine Erhöhung festzustellen ist.

Nach den Erfolgsrechnungen bedeutet es schon einen ansehnlichen Erfolg, daß die Abschreibungen nicht verringert zu werden brauchten. Anderseits ist es für das Ausmaß der Wirtschaftskrise charakteristisch, daß eine so schwach krisenempfindliche Industrie wie die im konjunkturellen Aufschwung befindliche Elektrizitätsindustrie ihre Reingewinne um fast 30 % verringert sieht. Auf das erhöhte Eigenkapital bezogen macht die Ermäßigung sogar ein Drittel aus. Die Verlustziffern sind zwar auch etwas gestiegen, spielen jedoch keine bemerkenswerte Rolle. Die Dividendenausschüttung hat sich in vollem Umfange der Verringerung des Reingewinnes angeschlossen, so daß man nicht auf offene Reserven zurückgegriffen hat. Inwieweit eine Veränderung unter den stillen Reserven die Erfolgsrechnung beeinflußte, ist für den Außenstehenden kaum erkennbar, jedoch liegen keine Hinweise vor, die eine beträchtliche Ausschöpfung stiller Reserven annehmen ließen. Berücksichtigt man die stark sinkende Tendenz für Kapitalzinsen, so verliert die Dividendenherabsetzung ihren bitteren Beigeschmack, und man mag sie eher als ein Symptom für die Gesundung der wirtschaftlichen Auffassung ansehen.

Die Statistik der **elektrotechnischen Industrie** soll zweckmäßigerweise noch durch die Erhebungen für das dritte Vierteljahr 1931 ergänzt werden, in welches die Abschlüsse der AEG, der Siemens & Halske AG. sowie der Siemens-Schuckertwerke AG. fallen. Es ergibt sich dann folgendes Bild:

	3. Vierteljahr		4. Vierteljahr	
	1930	1931	1930	1931
Anzahl der Abschlüsse	4	4	32	32
Nominalkapital in Mill RM	434,3	419,3	238,5	233,4
Aktiva (in Mill RM)				
Anlagen	235,0	237,0	118,2	110,6
Vorräte	206,8	150,0	82,6	52,5
Beteiligungen u. Effekten	479,5	463,1	77,7	73,4
flüssige Mittel	566,1	535,5	19,1	188,8
Passiva (in Mill RM)				
eingezahltes Nominalkapital	433,9	411,9	237,3	231,5
offene Reserven	219,2	220,0	30,3	37,6
Unterstützungsfonds	22,7	23,5	1,4	1,5
langfristige Verschuldung	364,0	349,9	54,2	50,4
sonstige Schulden	411,7	387,1	141,8	134,2
Erfolgsrechnung (in Mill RM bzw. %)				
Abschreibungen	6,9	5,5	11,0	12,5
Jahresreingewinn	33,1	8,7	11,3	5,0
dgl. in % des Eigenkapitals	5,17	1,37	4,23	1,86
Jahresreinverlust	–	20,7	2,2	38,4
dgl. in % des Eigenkapitals	—	3,26	0,82	14,27
dividendenberechtigtes AK.	420,6	414,3	236,9	231,5
Dividendensumme	35,8	8,6	10,7	8,7
dgl. in % des Eigenkapitals	8,51	2,08	4,52	3,76

Die Bilanzveränderungen der elektrotechnischen Industrie passen sich demnach weit stärker der Allgemeinentwicklung für das Jahr 1931 an, wenngleich die ausgesprochenen Krisenmerkmale nicht mit der gleichen Schärfe bei der elektrotechnischen Industrie erkennbar sind wie bei den übrigen deutschen Aktiengesellschaften. Auch wird man einen Unterschied machen müssen zwischen den Gesellschaften, die innerhalb des 3. Vierteljahrs bilanzieren und den im 4. Vierteljahr abschließenden Unternehmungen. Die erste Gruppe zeichnet sich nicht nur durch ihre Kapitalstärke und ihre besonders weit reichenden internationalen Beziehungen aus, sie konnte auch bei ihrer Bilanzierung noch mit etwas anderen Wirtschaftsverhältnissen rechnen als die zweite Gruppe.

Diese Unterschiede spiegeln sich deutlich in der Tatsache wider, daß unter den Aktiven die Anlagen bei der ersten Gruppe noch leicht gestiegen sind, während sie bei der zweiten Gruppe bereits rückläufig sind, sowie aus der Erscheinung, daß die Vorräte der zweiten Gruppe einen weit größeren Rückgang aufweisen als diejenigen der ersten Gruppe. Eine Sonderstellung hat die elektrotechnische Industrie auch dadurch, daß sie ihre flüssigen Mittel verhältnismäßig gut zusammenhalten konnte, wohl das Ergebnis einer besonders vorsichtigen Finanzpolitik.

Auf der Passivseite sind die Veränderungen des eingezahlten Nominalkapitals weniger mit Sanierungen als mit der Einziehung von Vorratsaktien auf Grund der Gesetzesbestimmungen über die erleichterte Kapitalherabsetzung zu begründen. Die offenen Reserven sind wenig verändert, die Unterstützungsfonds haben auch nur leichte Erhöhungen. Kennzeichnend sind demgegenüber die Rückgänge der langfristigen Verschuldung als eine Wirkung der laufenden Obligationentilgung und die verhältnismäßig schwache Ermäßigung der sonstigen Schulden. Wenn die Liquidität bei der elektrotechnischen Industrie weniger stark gestiegen ist als in anderen Industriegruppen, so ist dies damit zu begründen, daß zwar auch hier die Krise zu einer Umsatzschrumpfung führte, daß aber anderseits die starke finanzielle Stellung der Werke es erlaubte, in der Kreditgewährung entgegenkommender zu sein. Es darf auch nicht übersehen werden, daß die elektrotechnische Großindustrie ihre Dispositionen über mehrere Jahre treffen muß, also von den kurzphasigen Konjunkturschwankungen verhältnismäßig wenig beeinflußt wird.

In der Erfolgsrechnung weist die erste Gruppe einen Rückgang der Abschreibungen auf, die zweite dagegen eine leichte Erhöhung der Abschreibungen. Hierbei handelt es sich im ersten Falle hauptsächlich um laufende Ausgaben, während im zweiten Fall Sonderabschreibungen entsprechend der inzwischen eingetretenen Veränderung der Wirtschaftslage und dem Charakter der abschließenden Unternehmungen als Mittelunternehmungen hinzutreten dürften. Die Reingewinnziffer ist bei der ersten Gruppe stärker zurückgegangen als bei der zweiten, dagegen hat diese die stärkste Erhöhung der Verlustziffer.

Wie sich die Dividende nach ihrer Höhe für das letzte Vierteljahr verteilt, zeigt nachfolgende Übersicht:

in % d. Gesamtbestandes	Anzahl		Aktienkapital	
	1930	1931	1930	1931
dividendenlos	46,87	78,13	39,95	81,57
bis 5 %	6,25	9,37	2,19	4,00
5 ··· 10 %	40,63	9,57	48,28	5,63
über 10 %	6,25	3,13	9,58	8,80

Dieselelektrischer Drehstrom-Schiffsantrieb, System Brown Boveri.

Von Marinebaurat a. D. **Georg Mitzlaff**, Mannheim.

Übersicht. Es wird über ein neues System elektrischer Drehstromkraftübertragung für Vielgruppenantrieb für Schiffe und über mit diesem System mit Erfolg ausgeführte Modellversuche berichtet. Unter Überwindung der Synchronisierungschwierigkeiten sind ganz einfache Verfahren für Regelung und alle Maschinenmanöver von Schiffsantrieben, bei denen eine beliebig große Anzahl von Drehstromgeneratoren auf einen oder mehrere Propellermotoren arbeiten, entwickelt worden.

Auf der 32. Jahresversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft konnte ich in gedrängter Kürze über ein von der Firma Brown, Boveri & Cie. AG., Mannheim, entwickeltes und auf Veranlassung der Marineleitung in einem größeren Modellversuch auf dem Prüffeld der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg in Augsburg erprobtes System elektrischer Kraftübertragung für Schiffsantriebe berichten. Die Dieselmaschinenindustrie hat außerordentlich leichte Dieselmotoren hoher Drehzahl geschaffen, die aber nicht in genügend großen Maschinengruppen zusammengestellt werden können, um für größere oder große Schiffe ihre Leistung direkt auf die Welle zu übertragen. Auf elektrischem Wege kann die Leistung beliebig vieler Gruppen auf eine Welle übertragen werden, und die Aufstellung der Gruppen kann an jedem beliebigen Ort im Schiff erfolgen.

Der Hauptvorteil des Drehstromantriebes gegenüber Gleichstrom besteht, abgesehen vom günstigeren Wirkungsgrad und Gewicht, darin, daß die gesamte Leistungsübertragung zwischen ruhenden Wicklungen erfolgt, und daß, wenn für den Propellermotor ein Kurzschlußrotor verwendet wird, dieser überhaupt keine Stromzuführun-

gen und Isolationen hat, also in bezug auf thermische und mechanische Beanspruchungen so wenig empfindlich, wie überhaupt denkbar, ist. Die Verwendungsmöglichkeit des Kurzschlußrotors hängt davon ab, ob er so ausgebildet werden kann, daß er die für das Anfahren und Umsteuern erforderlichen Drehmomente aufbringt. Die Durchrechnung der Motoren hat ergeben, daß es möglich ist, Stromverdrängungsläufer so auszubilden, daß sie beim Umsteuern auf dem ganzen Bereich von $+n$ bis $-n$ bei Nennspannung und bei 3- bis 4fachem Normalstrom das Normaldrehmoment nicht unterschreiten. Das genügt auf jeden Fall, um auch unter den ungünstigsten Umständen das Umsteuern in genügend kurzer Zeit vorzunehmen. Nach Angaben in der amerikanischen Literatur hat das am Propeller beim Umsteuern auftretende Drehmoment — unter der Annahme, daß das Schiff unverändert die der Propellerdrehzahl $+n$ entsprechende Anfangsgeschwindigkeit behält — von $+n$ bis $-n$ etwa den in Abb. 1 dargestellten Verlauf. Es sei hierzu bemerkt, daß nach Kontrollversuchen, die bei der Hamburgischen Schiffbauversuchsanstalt vorgenommen worden sind, diese Angaben erheblich zu ungünstig erscheinen. Das gleiche Ergebnis haben auf Dampfturbinenschiffen vorgenommene torsiographische Messungen gehabt. Trotzdem sind den an das System gestellten Anforderungen die ungünstigeren Angaben zugrunde gelegt.

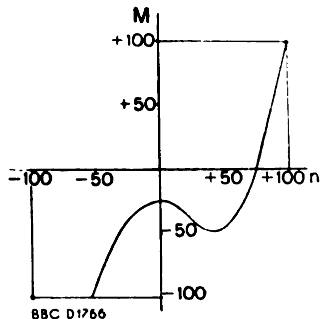


Abb. 1. Drehmoment am Propeller beim Umsteuern.

Beim Herangehen an diese Aufgabe mußte man sich darüber klar sein, daß nur eine solche Lösung in Frage kommen kann, die es gestattet, von zentraler Stelle aus, gegebenenfalls sogar von der Brücke aus, die betriebsbereiten Maschinensätze anzuwerfen, ohne Synchronisiermanöver auf einfachste Weise zusammenzuschalten und auch das Voraus- und Zurückschalten der Propellermotoren in möglichst einfachen und groben Manövern vorzunehmen. Auch bezüglich der Schaltorgane und Schaltvorgänge mußte die Forderung gestellt werden, daß jede Feuers- und Explosionsgefahr unbedingt vermieden werden muß. Ölschalter kamen daher von Anfang an nicht in Frage.

Der Propeller hat nun verschiedene Eigenschaften, die bei seinem Antrieb Vorgänge zulassen, die bei den Antriebsverhältnissen anderer Arbeitsmaschinen nicht zulässig sind.

1. Der Propeller ist nicht, wie das Rad des Wagens mit der Schiene, mit dem Wasser fest verbunden, sondern schlüpft relativ leicht, so daß, wie schon seinerzeit auf den U-Booten weitgehend angewendet, ohne zu große Lastaufnahme in ganz groben Stufen manövriert werden kann.

2. Der Propeller hat, wenn seine Antriebsmaschine abgeschaltet wird, nicht, wie andere Arbeitsmaschinen, die Neigung, stehen zu bleiben, sondern seine Drehzahl sinkt nur um schätzungsweise 20 ··· 30 %. Mit ungefähr dieser Drehzahl wird er durch die Fahrt des Schiffes als Turbine angetrieben. Es ist deshalb bei elektrischem Antrieb, ohne daß man den Propellermotor jedes Mal neu anlassen muß, zwischen den einzelnen Schaltmanövern ohne weiteres die vollständige Wegnahme der Netzspannung zulässig.

Nun ist aber bekannt, daß man Synchronmaschinen, die mit ungefähr gleicher Drehzahl und in ihrer Drehzahl labil angetrieben werden, leicht dadurch synchronisieren kann, daß man sie, nachdem man sie zusammengeschaltet hat, gleichzeitig erregt.

Auf diesen Eigenschaften aufbauend, ist von BBC das Drehstrom-Schiffsantriebsystem entwickelt worden, das am einfachsten an Prinzipskizzen erklärt werden kann.

In Abb. 2 stellen $A_1 \cdots A_6$ Dieselmotoren dar, die mit Generatoren $B_1 \ldots B_6$ gekuppelt sind, deren Leistung zusammen über das Sammelschienensystem D auf den Propellermotor G übertragen wird. Der Propellermotor ist durch den Reversierschalter E umsteuerbar und kann zur Verbesserung von η und $\cos\varphi$ bei kleiner Fahrt durch den Stern-Dreieck-Schalter F von Stern auf Dreieck umgeschaltet werden.

Alle Generatoren werden von den Erregersammelschienen M gemeinsam erregt. Die Generatoren werden mit den Schaltern $C_1 \cdots C_6$ auf die Drehstromsammelschienen und mit den Schaltern $N_1 \cdots N_6$ auf die Erregersammelschienen geschaltet. Die Schalter N und C sind je Generator miteinander gekuppelt. Die Erregersammelschienen werden von der Erregermaschine H gespeist, die von der Hilfserregermaschine K erregt wird. Die Erregermaschine und Hilfserregermaschine werden von der Hilfsdieselmaschine, die auch die Spülluftgebläse antreibt und somit eine große Leistungsreserve aufweist, angetrieben.

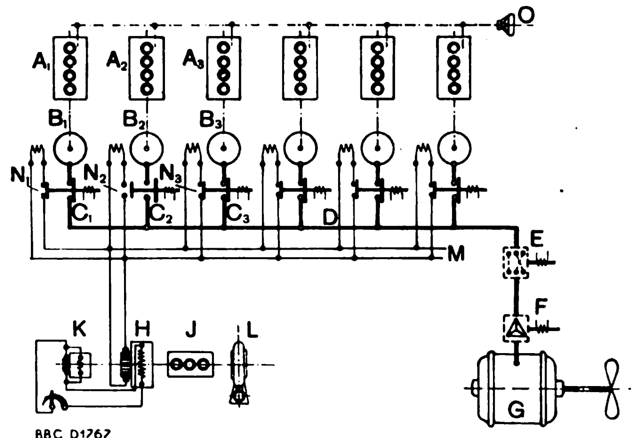


Abb. 2. Prinzipschema.

Die Präzisionsregler aller Dieselmaschinen sind miteinander durch die Vorrichtung O gekuppelt und können gemeinsam verstellt werden, so daß alle Maschinensätze im Leerlauf stets praktisch die gleiche Drehzahl annehmen. (Es werden auch die Regler der nicht in Betrieb befindlichen Maschinengruppen mit verstellt!)

Die Anwendung einer größeren Anzahl gleicher Gruppen ergibt, wie aus Abb. 3 ersichtlich, eine ganz einfache Möglichkeit zur groben Regelung der Drehzahl des Propellers. In Abb. 3 sind über der Drehzahl V des Propellermotors die zugehörigen Drehmomente M und Leistungen N in Prozent der Maximalwerte aufgetragen. Die Drehmomente verändern sich annähernd mit dem Quadrat, die Leistungen annähernd mit der dritten Potenz der Drehzahl. Jede der n Gruppen gibt bei voller Brennstoffüllung $1/n$ des maximalen Drehmomentes an den Propellermotor ab. Hiernach kann aus der Abb. 3 ohne weiteres die bei Einschaltung einer Teilzahl von (mit voller Brennstoffüllung arbeitenden) Gruppen sich einstellende Propellerdrehzahl abgelesen werden. Es ergibt sich also durch Zu- und Abschalten einzelner Maschinensätze eine der Anzahl der Sätze entsprechende Zahl von groben Geschwindigkeitstufen. Zwischendrehzahlen lassen sich, wenn nötig, ohne weiteres durch (gemeinsame) Verstellung des Drehzahlreglers der Dieselsätze einstellen.

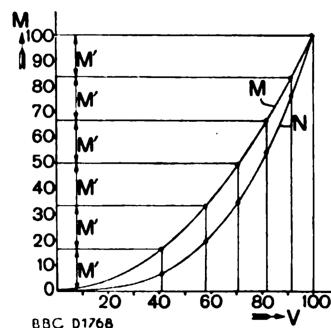


Abb. 3. Drehzahl, Drehmoment und Leistung am Propeller.

Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgt, indem man die gewünschte Zahl der betriebsbereit gemeldeten Gruppen von zentraler Stelle aus mit Preßluft anwirft und — ebenso wie den Propellermotor — ohne jeden Anlaßwiderstand und ohne jedes sonstige Vorbereitungs- (Synchronisier-) Manöver auf die Sammelschienen schaltet und dann erregt. Jede Schaltungsänderung und jedes Manövrieren wird in sinngemäß gleicher Weise vorgenommen: Zunächst ist die Erregung wegzunehmen, dann die Schaltungsänderung vorzunehmen, und dann ist die Erregung wieder einzuschalten. Desgleichen muß bei Auslösen eines Selbstschalters zunächst die Wegnahme der Erregung bewirkt werden. Da also alle Schaltungen in nahezu spannungslosem Zustand vorgenommen werden, ist die Verwendung einfacher Trennschalter möglich, was für den Bordbetrieb von ganz besonderer Wichtigkeit ist.

Bei den Maschinenmanövern kann man durch die Stärke der Erregung — in den Grenzen der Leistungsfähigkeit der Generatoren — die vom Propellermotor ent-

wickelten Drehmomente und damit die Schnelligkeit der Manöver weitgehend beeinflussen.

Beim Umsteuern ist es wichtig, daß etwa beim Stillstand des Propellermotors die Drehzahl der Generatoren möglichst weit — praktisch auf etwa ⅓ der maximalen — herabgesetzt wird, damit das Einlaufen in den normalen Schlupf bei möglichst kleinem Drehmoment, also möglichst schnell erfolgt. Diese Herabsetzung der Drehzahl der Dieselgeneratoren kann man einfach durch gemeinsame Verstellung ihrer Regler herbeiführen. Man kann aber auch, wenn die Generatoren entsprechend reichlich bemessen sind, durch Übererregung das Drehmoment des Propellermotors erhöhen, dadurch die Dieselgeneratoren in ihrer Drehzahl herabziehen und die Massen der Generatoren zur Arbeitsleistung heranziehen. Man muß dann aber eine Einrichtung — etwa einen Schnellregler — vorsehen, die die Dieselgeneratoren bei Unterschreiten einer gewissen Drehzahl durch Schwächung der Erregung entlastet und somit ein etwaiges Stehenbleiben des Systems verhindert. Man kann die Präzisionsregler — solange man nicht feinregelt — immer auf die maximale Drehzahl eingestellt lassen; dann werden bei jedem Manöver nach Wegnahme der Erregung die Dieselmotoren auf ihre maximale Leerlaufdrehzahl hochlaufen und werden dann nach Wiedereinschalten der Erregung auf die sich jeweils einstellende Betriebsdrehzahl herabgezogen. Auf diese Weise bekommt man sehr schnelle Manöver. Will man aber die Dieselmotoren vor dem häufigen Durchlaufen etwaiger kritischer Gebiete schützen, so kann man auch den Präzisionsregler jeweils etwas über die gewünschte Drehzahl einstellen.

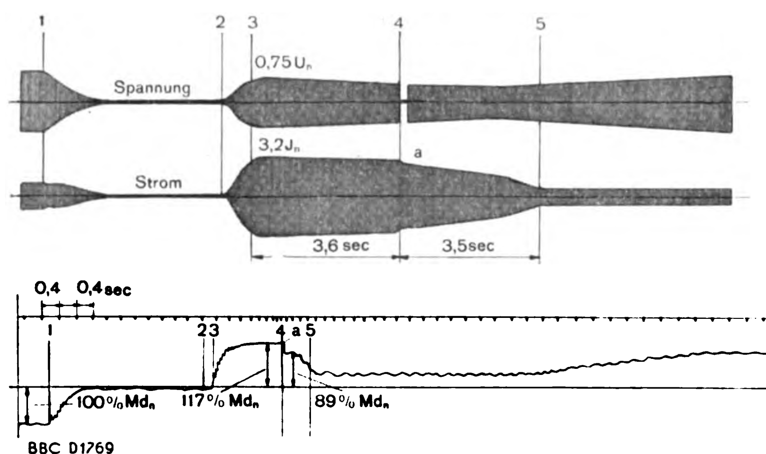


Abb. 4. Spannung, Strom und Drehmoment des Propellermotors beim Umsteuern.

Der Häufigkeit der Maschinenmanöver sind durch die Wärmemenge, die der Rotor des Propellermotors aufnimmt, gewisse Grenzen gesetzt. Wenngleich der Kurzschlußrotor auch in dieser Beziehung denkbar unempfindlich ist, so sind doch die Wärmemengen bedeutend, da die gesamte Schlupfenergie sich im Rotor in Wärme umsetzt. Diese Wärmemenge kann man beim Umsteuern ganz bedeutend vermindern, wenn man den Rotor zunächst mit einem auf den Stator des Propellers geschalteten Gleichstrom abbremst und erst, wenn die Geschwindigkeit des Schiffes beträchtlich gesunken ist, umsteuert. Die Gleichstromquelle für das Abbremsen hat man in der gemeinsamen Erregermaschine ohne weiteres zur Verfügung. Da der festgehaltene Propeller auf das Schiff schon eine ganz bedeutende Bremswirkung (in Größenordnung von etwa ½ des maximalen Propellerschubes) ausübt, wird dadurch das Abbremsen des Schiffes dem direkten Umsteuern gegenüber nicht erheblich verzögert.

Es sind also für die Maschinenmanöver die verschiedensten Möglichkeiten gegeben, ohne daß hierdurch der robusten Einfachheit des Systems Abbruch getan wird.

Um dies System qualitativ zu erproben, besonders um festzustellen, ob

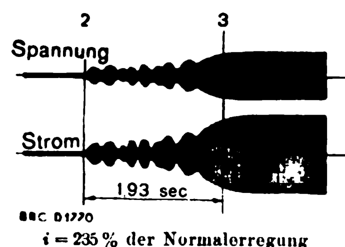
1. die Stabilität des Dauerbetriebes gewährleistet ist, ob sich kritische Drehzahlen der Dieselmaschinen störend bemerkbar machen und die Gefahr des Außertrittfallens besteht,
2. die Sicherheit des Synchronisierens bei den Manövern jeder Art gewährleistet ist,
3. welche Drehmomente beim Anfahren und Umsteuern entwickelt werden können im Vergleich zu den errechneten Werten,
4. die Dieselmotoren besondere Maßnahmen notwendig machen,

sind im Prüffeld der MAN umfangreiche Modellversuche vorgenommen worden.

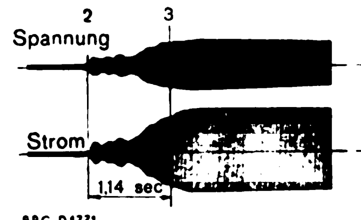
Abb. 2 stellt das Schaltbild der Versuchsanlage dar. Die Anlage bestand aus

6 einfach wirkenden Viertakt-Dieselmotoren von 150 PS Nennleistung bei 900 U/min, gekuppelt mit Drehstromgeneratoren von entsprechender Leistung,
1 Drehstrom(propeller)motor, 600 kW, 500 V bei 420 U/min, 50 Hz.

Der Propellermotor war über eine Zwischenwelle, deren Verdrehung durch einen Frahmschen Torsiographen gemessen wurde, mit einer Gleichstrom-Belastungsmaschine gekuppelt. Die Belastungsmaschine war eine alte Uboots-Doppelmaschine. Ihre eine Hälfte wurde mit einer festen Spannung erregt; mit der Spannung dieser Maschinenhälfte wurde die andere Hälfte erregt und diese mit Widerständen belastet. Unter Wirkung verschiedener Sekundäreinflüsse erhielt man dann eine Belastung, die mit der dritten Potenz der Drehzahl fast genau übereinstimmte, und die für die 6 verschiedenen Geschwindigkeitsstufen in Frage kommenden Belastungen traten immer wieder auf, nachdem das System einmal eingestellt war. Sämtliche Schalter wurden vom Manövrierstand aus fernbetätigt.



i = 235 % der Normalerregung



i = 250 % der Normalerregung

Abb. 5 u. 6. Synchronisieren mit verstellten Reglern.

Der Verlauf des am Propeller beim Umsteuern auftretenden Drehmomentes (Abb. 1) wurde bei den Versuchen nicht nachgeahmt, doch arbeitete der Propellermotor dadurch, daß das Schwungmoment des Läufers der Belastungsmaschine etwa 5mal so groß war, wie dasjenige des Läufers des Propellermotors, unter sehr schweren Verhältnissen.

Bei allen Anlaß- und Umsteuervorgängen wurden Strom und Spannung oszillographisch und die dabei auftretenden Drehmomente mit dem Frahmschen Torsiographen aufgezeichnet.

Es war ein von der Spannung einer Tachometerdynamo gespeister Schnellregler angeordnet, der bei Unterschreiten einer gewissen Drehzahl der Generatoren die Erregung schwächte und so bei etwaigen Überlastungen während der Manöver das Stehenbleiben des Systems verhinderte.

Besonders interessant waren die Versuche mit verstellten Reglern der einzelnen Dieselmotoren, die bewiesen, daß das gegenseitige selbsttätige Hineinziehen der Generatoren in den Synchronismus auch unter den denkbar ungünstigsten Umständen unbedingt sicher erfolgt.

In den vorstehend gezeigten Diagrammen bedeuten

Punkt *1* Ausschaltung der Erregung,
„ *2* Wiedereinschaltung der Erregung nach erfolgter Schaltungsänderung,
„ *3* Beendigung des Hineinziehens in den Synchronismus,
„ *4* Umkehr des Propellermotors,
„ *5* Einlaufen des Motors in den normalen Schlupf,
„ *a* Eingreifen des Schnellreglers durch Schwächung der Erregung.

Zu Punkt 4 ist zu bemerken, daß der Punkt der Umkehr im Torsiogramm am Zusammenfallen der Zeitmarken kenntlich ist, da der Vorschub des Papiers je Umdrehung der Welle konstant ist. Im Oszillogramm ist der Punkt durch kurzzeitige Unterbrechung der Spannungschleife kenntlich gemacht.

Abb. 4 stellt einen Umsteuervorgang mit 6 Generatoren dar, Abb. 5 und 6 Aufnahmen des Synchronisiervorganges mit 6 Generatoren und mit von 920 ··· 770 U/min im Leerlauf verstellten Reglern und bei zwei verschiedenen Erregungen. Man erkennt, wie stark die Geschwindigkeit des Hineinziehens in den Synchronismus durch die Stärke der Erregung beeinflußt wird.

Die Versuche haben alle Erwartungen erfüllt. Sämtliche im Laufe der Versuche aufgetretenen Fragen konnten ohne Schwierigkeit befriedigend gelöst werden. Es besteht kein Zweifel, daß auf Grund der gewonnenen Unterlagen große Anlagen sicher ausgeführt werden können. Sobald das geschehen ist, wird es an der Zeit sein, über das System ausführlicher zu berichten.

Fachberichte über den Internationalen Elektrizitätskongreß zu Paris.

(Fortsetzung von S. 1107.)

7. Elektrische Messungen.

(2. Sektion.)

Die grundlegenden Vereinbarungen über die elektrischen Maßeinheiten sind auf einem internationalen Kongreß 1881 in Paris getroffen worden. Der Erinnerung an dieses für die Entwicklung der theoretischen und praktischen Elektrophysik und Elektrotechnik bedeutsame Ereignis galt die jüngste internationale Veranstaltung in Paris. Daher konnten die Vorträge, die in der ersten Unterabteilung der 2. Sektion gehalten wurden, und die sich auf elektrische Einheiten und Normale und auf das damit zusammenhängende Gebiet der absoluten elektrischen Messungen bezogen, besonderes Interesse beanspruchen[1].

Der einleitende Vortrag von Joly brachte eine Übersicht über die historische Entwicklung der Maßeinheiten bis zu den neuesten Beschlüssen im Jahre 1930. Sehr bemerkenswert war die Stellungnahme von Cotton zu den Vereinbarungen der IEC, die Einheit des magnetischen Feldes mit dem Namen „Oersted“, die der magnetischen Induktion mit dem Namen „Gauß“ zu bezeichnen. Nach seinen Mitteilungen ist die Aussicht gering, daß die Physiker den Namen der Einheit der Feldstärke ändern, die in der Physik durchweg mit Gauß bezeichnet wird. Er bezweifelt die Notwendigkeit, einen besonderen Namen für die Einheit der Induktion festzusetzen; wenn das nicht zu umgehen sei, so schlägt er Gauß-Induktion, abgekürzt Gauß-I oder Gaußi, vor. Zu den einleitenden Vorträgen gehört auch der von Brylinski, der die oft erörterte Frage der Vereinheitlichung der Maßsysteme behandelt, sowie derjenige von Jouaust, der auf die insbesondere von Amerika angeregten Bestrebungen hinweist, die internationalen praktischen Einheiten durch die absoluten Einheiten zu ersetzen.

Die Entwicklung der absoluten Widerstandsmessungen von ihren Anfängen bis zu den neuesten Messungen schildert ein übersichtlicher Bericht von Giebe[2]; ausführlicher werden besonders die in den letzten Dezennien ausgeführten absoluten Messungen besprochen, mit dem Ergebnis, daß die bisher als internationale Widerstandseinheit benutzte Quecksilbersäule von bestimmten Dimensionen ihre Bedeutung eingebüßt hat, daß es vielmehr möglich ist, die sehr konstanten Widerstände aus Manganindraht mit Hilfe absoluter Methoden unmittelbar an die CGS-Einheiten anzuschließen. Einen Überblick über die absoluten Strommessungen gibt eine Arbeit von Curtis. Die letzten Messungen dieser Art liegen bereits ¼ Jahrhundert zurück; obwohl sie eine Übereinstimmung des durch das Silbervoltameter definierten internationalen Ampere mit der absoluten Einheit der Stromstärke auf einige Hunderttausendstel wahrscheinlich machen, empfiehlt er doch ihre Wiederholung unter Benutzung der heute zu Gebote stehenden verfeinerten Hilfsmittel.

Zu den wichtigsten Aufgaben der nationalen Institute, die nach Gründung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt (1887) auch in verschiedenen anderen Ländern errichtet wurden, gehört die Herstellung von Prototypen oder Normalen für die international und gesetzlich festgelegten Einheiten. Hierüber lagen dem Kongreß zwei Berichte von v. Steinwehr vor[3]; der eine bezieht sich auf die Arbeiten von Quecksilber und Manganindraht-Normalen; der zweite zeigt in ausführlicher Darstellung die Schwierigkeiten, die bei der Gewinnung eines einwandfreien Normals der Spannung zu überwinden sind, als welches seit 1908 das Weston-Element mit gesättigter Lösung angenommen ist. Die Verwirklichung der Stromeinheit durch das Silbervoltameter bildet den Gegenstand einer eingehenden Studie von Vinal; er bestätigt, daß die praktische Stromeinheit mit großer Genauigkeit dem absoluten Wert des Ampere entspricht, und daß das Silbervoltameter durchaus geeignet ist, die Stromeinheit darzustellen.

Die Einheiten der Induktivität und Kapazität gehören zu den sog. abgeleiteten Einheiten; über sie wird in 2 Abhandlungen berichtet. Curtis behandelt Normale der Induktivität, der Selbstinduktion und der gegenseitigen Induktion, sowie ihre Messung; es ist bemerkenswert, daß Normale gebaut worden sind, deren Wert mit einer Genauigkeit von einigen Millionsteln aus den geometrischen Abmessungen feststellbar ist. Mit der Konstruktion und Berechnung von Kapazitätsnormalen befassen sich die Ausführungen von Bedeau. Im Zusammenhang mit diesen Arbeiten steht der ausgezeichnete Bericht von Dorsey über die Messung der universellen Konstanten c, der Ausbreitungsgeschwindigkeit elektromagnetischer Wellen im Vakuum. Für ihre Bestimmung stehen nach der elektromagnetischen Lichttheorie drei Verfahren zur Verfügung, die direke Messung der Lichtgeschwindigkeit, die Messung des Verhältnisses der Zahlen, welche dieselbe Elektrizitätsmenge im elektrostatischen und im elektromagnetischen CGS-System angeben, und schließlich die direkte Messung der Geschwindigkeit elektromagnetischer Wellen, die durch elektrische Methoden erregt sind. Die neueren Messungen nach diesen drei Methoden ergeben eine Übereinstimmung der Ergebnisse von etwa $^1/_{30\,000}$; der wahrscheinliche Wert der Geschwindigkeit ist $c = 299\,792$ km/s. Eine tafelmäßige Zusammenstellung der Meßergebnisse sowie ein ausführliches Literaturverzeichnis machen den Beitrag Dorseys besonders wertvoll.

Den Abschluß der ersten Unterabteilung bilden 2 Berichte über magnetische Probleme. Sève befaßt sich mit den Arbeiten zur Bestimmung des Magnetisierungskoeffizienten des Wassers, dessen Wert nach den neuesten Untersuchungen zu $0{,}719\,93 \cdot 10^{-6}$ angegeben wird; die Kenntnis dieses Koeffizenten ist wichtig, weil das Wasser als Normalsubstanz bei Suszeptibilitätsmessungen in magnetochemischen Untersuchungen benutzt wird. Die absoluten Methoden zur Messung von Magnetfeldern bilden den Hauptteil eines Berichts von Cotton und Dupouy; indirekte Verfahren und Geräte, deren Gebrauch eine Eichung voraussetzt, werden dagegen nur kurz besprochen.

Die Berichte der zweiten Unterabteilung behandeln das weite Gebiet der elektrischen Messungen im Laboratorium und in der Praxis sowie das der Meßgeräte. Einleitende Vorträge hierzu lieferten Lange und Robert sowie Sharp. Die ersteren weisen auf die grundlegenden Gesichtspunkte der Meßverfahren hin, wie sie sich in den letzten 50 Jahren entwickelt haben; die absoluten Messungen, die vor dieser Zeit ausschließlich zu genauen Ergebnissen führten, sind vollständig verdrängt durch die direkten Meßverfahren, eine selbstverständliche und gewollte Folge der internationalen Festlegung der Einheiten seit 1881. Sharp dagegen behandelt die Aufgaben und die Bedeutung der Versuchslaboratorien für die elektrische Industrie.

Die nun folgenden Berichte beziehen sich auf wichtige Einzelgebiete des elektrischen Meßwesens. Brooks gibt eine klare Übersicht über die Kompensationsmethoden und Kompensationsapparate einschließlich derjenigen für Wechselstrom. Das schwierige Gebiet der Wechselstrommessungen streift Barbagelata in einer Abhandlung über die Theorie und praktische Ausführung der Null-

[1] Vgl. den einleitenden Aufsatz zum Pariser Kongreß von W. Jaeger und die Teilberichte von E. Giebe, H. v. Steinwehr und W. Dziobek in H. 26 der ETZ dieses Jahres.

[2] E. Giebe, ETZ 1932, S. 618.

[3] H. v. Steinwehr, ETZ 1932 S. 618 u. 619.

methoden für technische Frequenzen, wobei zwischen Brückenverfahren und Gegenschaltungsverfahren unterschieden wird. Die Messung von Wechselstrom, Spannung und Leistung mit einer Genauigkeit von etwa $^1/_{10000}$ ist auch heute noch ein Problem; über die Erfolge, die in dieser Beziehung im englischen National Physical Laboratory mit Hilfe eines besonders gebauten Elektrometers hoher Empfindlichkeit erreicht worden sind, berichtet Rayner. Mit der Messung schwacher Ströme befaßt sich auch Brückmann in seinem Vortrag über Galvanometrie, in dem besonders auf die neuere Entwicklung der Gleich- und Wechselstrom-Galvanometer eingegangen wird. Eine gedrängte Studie von Sanford über die magnetischen Messungen in der Praxis (Eisenuntersuchungs-Verfahren und -geräte) kommt zu dem Schluß, daß die heute gebräuchlichen Verfahren eine befriedigende Übereinstimmung und Genauigkeit zeigen, soweit die Bedürfnisse der Praxis in Frage kommen.

Über elektrische Meßgeräte lagen 4 Berichte vor. R. Schmidt liefert einen Beitrag über die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der anzeigenden und schreibenden Meßgeräte; etwas ausführlicher wird auf die in den letzten Jahren erzielten Fortschritte in dem Bau von Weicheisengeräten, von Gleichrichter- und von Thermo-Meßgeräten eingegangen. Das große Gebiet der Elektrizitätszähler bildet Gegenstand eines Berichtes von Iliovici; natürlich können auch hier nur die wichtigsten Gesichtspunkte der Fabrikation und der Verwendung der Zähler kurz gestreift werden. Eine Ergänzung ist der Beitrag von Pratt, der sich mit den charakteristischen Eigenschaften der Zähler amerikanischer Herkunft beschäftigt. Die großen Fortschritte, die auf dem Gebiet der Meßwandler, dieser für die Messung der elektrischen Arbeit so wichtigen Hilfsgeräte, in den letzten Jahren gemacht worden sind, werden von De la Gorce, allerdings nur für ein kleines Teilgebiet, dargelegt.

Die Frage der Messung von besonders hohen Werten von Strom und Spannung wird in 3 Arbeiten verfolgt. Usigli behandelt die Messung von Gleichströmen großer Stärke, wie sie in elektrochemischen und elektrometallurgischen Betrieben gebraucht werden. Einen Überblick über die Verfahren und Geräte zur Messung der Effektiv- und Scheitelwerte hoher Wechselspannungen gibt van Cauwenberghe. Ihn ergänzt der 3. Bericht von Peters, der die experimentellen Mittel zur Erforschung der Überspannungen, den Klydonographen und den Kathodenstrahl-Oszillographen bespricht. Im Zusammenhang hiermit sei eine Studie von Drewnowsky über die Messung elektrischer Felder bei höherer Spannung erwähnt.

Dem unverminderten Interesse, das sowohl der Theoretiker wie der Praktiker der Erforschung der elektrischen Eigenschaften der Isolierstoffe entgegenbringen, wird eine inhaltsreiche zusammenfassende Darstellung von K. W. Wagner über die Eigenschaften der Isolierstoffe der Elektrotechnik und ihre Messung gerecht; die Darstellung bezieht sich auf die Untersuchungen des Verhaltens der Stoffe sowohl in schwachen elektrischen Feldern als auch in starken Feldern, in denen Ionisation und Durchbruch stattfinden. Eine Ergänzung bildet die Mitteilung von Irino über die elektrischen Verluste bei hohen Frequenzen.

Welche Bereicherung der Meßtechnik die Erfindung der Elektronenröhre gebracht hat, ist allgemein bekannt. Ruelle bespricht die Anwendung solcher Röhren für die Messung von Wechsel- und Gleichspannungen, von Frequenzen und Phasen, von Kapazitäten und Induktivitäten sowie für die Bestimmung von Oberwellen und Formfaktoren, von mechanischen und thermischen Größen.

Den Abschluß der großen Reihe der Berichte in der 2. Sektion bilden schließlich 3 Arbeiten über Maschinenuntersuchungen. Guilbert bringt eine kritische Studie über die für solche Untersuchungen gebräuchlichsten Verfahren; es werden in Betracht gezogen Gleich- und Wechselstrommaschinen, Transformatoren, Asynchronmotoren usw. Die Kommutatormotoren werden jedoch in einem besonderen Bericht von Guilbert und Letrilliart behandelt mit der ausgesprochenen Absicht, zu zeigen, daß die Schaltung und Regelung dieser Maschinen keineswegs so verwickelt sind, wie sie in der Praxis noch vielfach angesehen werden. Den Hauptteil des 3. Berichtes von Ricalens bildet eine kritische Betrachtung der in den letzten Jahren entwickelten thermischen Methoden für die Bestimmung der Verluste von Generatoren großer Leistung.

Die Besprechung der Vorträge in den Sitzungen litt allgemein unter den bekannten Sprachschwierigkeiten, und so fand ein in dieser Sektion von Wüster gehaltener Vortrag über die Eignung des Esperanto als internationale technische Sprache vielseitige Beachtung. Ein näherer Bericht hierüber ist bereits in H. 41 der ETZ d. J. auf S. 985 gegeben. Dr. R. Schmidt.

---

8. Elektrochemie, Elektrometallurgie, galvanische Elemente und Akkumulatoren.

(7. Sektion.)

Vor der 7. Sektion wurden insgesamt 21 Hauptberichte erstattet, wozu sich noch einige Zusatzberichte gesellten. Der erste dieser Berichte wurde von G. Pfleiderer über die Elektrolyse des Wassers erstattet. Pfleiderer behandelt die wichtigsten Gesichtspunkte, u. zw. die unipolaren und bipolaren Zellen sowie die Frage ihres Energieverbrauches in Beziehung zur Spannung und zum inneren Widerstand. Dann wird noch auf die entwickelte Wärme, auf die wirksame Trennung des Wasserstoffes vom Sauerstoff und damit auf die Frage geeigneter Diaphragmen und schließlich kurz noch auf die heutige Hochdruckelektrolyse eingegangen. J. Billiter berichtet über die Verbreitung der Chloralkali-Elektrolyse in den Ländern der ehemaligen österreichisch-ungarischen Monarchie im Jahre 1914 und gibt anschließend daran einen Überblick über die weitere Entwicklung der Industrie des Chlors und des Ätznatrons sowie über die Herstellung der Bleichlaugen und über die Chloraterzeugung in der Nachkriegszeit. Centnerscwer und Szper berichten über neuere Laboratoriumsversuche zur Elektrolyse von Alkalicyaniden zwecks Gewinnung von Natriummetall. Gearbeitet wurde mit einer Art von U-förmig gebogenem Rohr aus widerstandsfähigem Sonderglas, in dessen einen Schenkel die Anode, in den anderen die Kathode tauchte. Hierbei wurden verschiedene Anodenstoffe versucht. Die anodisch entwickelten cyanhaltigen Gase wurden in einem etwa 1 m hohen Rieselturm in einer Lösung von Ätznatron und Soda absorbiert. E. M. Mayer behandelt das Gebiet der Elektroosmose. Er definiert zunächst dieses Fachgebiet und wendet sich nach einem kurzen Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Theorie der Vorgänge, u. zw. der Elektrophorese, der Elektroendosmose und der Elektrodialyse zu. Es folgt dann der Überblick über die technische Anwendung der Elektroosmose, u. zw. über die elektroosmotischen Entwässerungsverfahren, z. B. die Kaolinentwässerung, über die Diaphragmenverfahren (Wasserreinigung, Glyzerinreinigung usw.) und über das elektroosmotische Ledergerbverfahren.

Die nächsten 3 Berichte galten der Metallelektrolyse. Hierbei widmete sich eine Reihe englischer Verfasser den Verfahren zur Herstellung elektrolytischer Metallniederschläge, u. zw. der gegenwärtigen Galvanotechnik in Großbritannien. Zunächst gibt M.-D. J. MacNaughtan eine allgemeine Einleitung, in der er u. a. auf 2 englische auf diesem Gebiete arbeitende Gesellschaften, u. zw. auf die Electroplaters and Depositors Technical Society und ihr Hauptziel, die Kontaktgebung zwischen den wissenschaftlichen Forschern und den praktischen Galvanotechnikern, und weiterhin auf die British Non Ferrous Metals Research Association hinweist. Dann folgen im Rahmen des gleichen Berichtes 5 Teile über die im einzelnen geleisteten neueren Arbeiten, die im besonderen noch durch umfangreiche neuere englische Arbeiten insbesondere der beiden genannten Gesellschaften belegt werden. Zunächst berichtet H. W. Hothersall über Arbeiten, die der praktischen Ausübung der Galvanotechnik in England gelten, u. zw. der Vernickelung, der Verchromung, der Verkupferung, der Versilberung, der Verzinkung und der Kadmierung, sowie über zugehörige Einzelheiten, z. B. über das Härten und Polieren der Niederschläge und über die Anwendung der Röntgenographie bei ihrer Prüfung. Darauf wandte sich E. J. Dobbs im besonderen der Durchführung der Vernickelung nach den Gesichtspunkten des neuzeitlichen Fließbetriebes zu. Dann folgt eine Arbeit von E. A. Ollord über die englische Verchromung im Hinblick auf ihre Entwicklung, die Zusammensetzung des Elektrolyten sowie den Aufbau einer Anlage. Eine Arbeit ähnlicher Art von S. Wernick über Verzinkung und Kadmierung schließt sich an. Er vergleicht diese mit anderen galvanischen Verfahren und bringt Einzelheiten über die Eigenschaften der Niederschläge, die Badzusammensetzung, die Schichtdicke sowie über Anoden und Bad-

gefäße. Im Rahmen des gleichen Hauptberichtes widmet sich H. Sutton der elektrolytischen Darstellung von Schutzschichten aus Aluminiumoxyd auf anodisch geschaltetem Aluminium und Aluminiumlegierungen. Hervorgehoben wird die Erzeugung solcher Schichten auf Aluminium und Duralumin unter Verwendung einer Badlösung von Chromsäure. Ein Bericht von Ballay gibt einen allgemeinen Überblick über die Herstellung elektrolytischer Nickelniederschläge, u. zw. einerseits über die galvanische Vernickelung unter Einbeziehung der Vernickelung von Aluminium, Zink und dessen Legierungen und anderseits über die neueren Verfahren der elektrolytischen Nickelraffination. G. Eger berichtet über die Anlagen zur elektrolytischen Raffination von Metallen. Er schildert das Wesen des Verfahrens, d. h. der Raffination löslicher Anoden, und gibt anschließend auch einen Überblick über die anderen elektrolytischen Verfahren zur Gewinnung reiner Metalle, nämlich zur Gewinnung aus Lösungen mit Hilfe unlöslicher Anoden. Der Betrachtung der allgemeinen Gesichtspunkte und der einzelnen Teile der neueren Anlagen, insbesondere der Bäder, folgt ein Überblick über die Verfahren und technischen Einrichtungen. Behandelt werden die Metalle Kupfer, Silber, Gold, Blei, Zink, Kadmium, Zinn, Eisen, Nickel, Antimon, Wismut, Quecksilber, Mangan, Chrom und die Leichtmetalle.

Es folgen ausgewählte Beiträge aus dem Gebiete des Elektroofens, die vorwiegend vom Standpunkt des Elektrotechnikers aus geschrieben sind. Im ersten dieser Berichte behandelt P. Bergeon den Einfluß der Elektroöfen zur Erzeugung von Kalziumkarbid und Ferrolegierungen auf die Verteilernetze. Hingewiesen wird auf Eignung derartiger Öfen für die zeitweilige Aufnahme von Überschußenergie, z. B. während der Hochwasserzeit im Frühjahr, ferner auf den Leistungsfaktor und auf die Verwendung der Öfen in den französischen Alpen und den Pyrenäen, P. Bunet berichtet über Induktionsöfen, u. zw. über Niederfrequenzöfen mit Eisenkern sowie über kernlose Induktionsöfen und über die zugehörigen Fragen der Stromverteilung. Weitere Abschnitte dieses Berichtes gelten der Frage der Kondensatoren, der Wahl der Frequenz, der Kühlung der Primärwicklung sowie gewissen Spannungsfragen, dem elektrischen Wirkungsgrad und einem Vergleich mit den mit Elektroden arbeitenden Öfen. Ein Abschnitt über Öfen kleinerer Leistung schließt sich an. In einem Zusatzbericht beschreibt J. Kuntziger einen neueren Widerstandsofen.

Die Reihe der Arbeiten über elektrische Akkumulatoren und galvanische Elemente eröffnet ein Bericht von L. Jumeau über die Entwicklung der Akkumulatorenindustrie seit der Erfindung von Planté im Jahre 1860. Die einzelnen Abschnitte behandeln die geschichtliche Entwicklung, die Nichtbleiakkumulatoren, die Theorie, Fortschritte im Bau der Akkumulatoren und gegenwärtigen Stand der zugehörigen Industrie. Drei französische Zusatzberichte über gewisse Einzelprobleme schließen sich an. In der ersten dieser Arbeiten berichtet Ch. Féry über den chemischen Mechanismus der Sulfatbildung an den Platten des Bleiakkumulators und über die Verwendung der Akkumulatoren als regenerierbare galvanische Elemente sowie L. Krieger über die Verwendung von Akkumulatoren in der Fahrzeugindustrie. S. Makao beschreibt Versuche über das Verhalten von Akkumulatoren bei Hoch- und Niederdruck, u. zw. bei Drücken von 110 at und 13 mm Hg. Ferner liefert Ch. Féry einen Beitrag über die galvanischen Elemente unter besonderer Hervorhebung der in Frankreich geleisteten Arbeiten.

Es folgen mehrere Arbeiten über elektrochemische Sondergebiete. Zunächst gibt Thilenius einen Überblick über die neueren Verfahren der Gewinnung von Wasserstoffsuperoxyd sowie von Persalzen und über die zugehörigen Vorgänge bei ihrer Bildung. In einer längeren Arbeit von O. Scarpa finden wir die Korrosion metallischer Werkstoffe unter dem Einfluß elektrischer Ströme behandelt, einerseits unter dem Einfluß sog. Lokalelemente, weiterhin die Korrosion von Eisenteilen, z. B. Rohren u. dgl. im Erdboden unter dem Einfluß vagabundierender Ströme. Die Arbeit enthält Beispiele derartiger Korrosionen und zählt besonders für die im Boden verlegten Rohre die wichtigsten Schutzmittel auf. Der letzte Teil der Arbeit gilt Potentialmessungen und sonstigen Messungen zwischen im Boden verlegten Rohren und Bahnschienen und verwandten Fragen. Ein Zusatzbericht der Japaner M. Horioka, M. Iwasa und T. Kyogoku über Laboratoriumsversuche zur Vermeidung elektrolytischer Korrosionen an Bleikabeln schließt sich an.

Die wichtigsten in der Schweiz ausgeübten elektrochemischen Verfahren zur elektrolytischen Oxydation und Reduktion organischer Verbindungen werden von F. Fichter beschrieben. Besonders hervorgehoben werden die Verfahren zur Gewinnung von Benzaldehyd durch elektrolytische Oxydation sowie die Verfahren zur Gewinnung von Aminophenol und Benzidin durch elektrolytische Reduktion. Die Beschreibung der einzelnen Verfahren wird durch Angaben über die wichtigsten technischen Einzelheiten, z. B. Rohstoffe, elektrische Werte usw., ergänzt. G. Fauser berichtet über die neueren Verfahren zur Bindung des Stickstoffes zwecks Herstellung von Salpetersäure. Der Bericht zeigt zunächst einen Abschnitt über die Bindung des atmosphärischen Stickstoffes im elektrischen Flammbogen, über die Absorption der dabei erhaltenen Stickoxydgase und die sich anschließende Konzentrierung der Salpetersäure und weiterhin einen Abschnitt über die Gewinnung der letzteren durch Oxydation von synthetisch gewonnenem Ammoniak. Hierbei wird im besonderen auf die elektrolytische Gewinnung des für die Ammoniaksynthese erforderlichen Wasserstoffes hingewiesen. Wirtschaftliche Vergleichszahlen schließen sich an.

Die Reihe der Hauptberichte endet mit einem solchen von N. Kameyama über den gegenwärtigen Stand der elektrochemischen Industrien in Japan mit Ausnahme der Industrie der Ferrolegierungen, des Elektroofens und der verwandten Gebiete. Die Arbeit enthält eine gute Übersicht einerseits über die elektrolytischen Industrien, u. zw. Raffination des Kupfers, Bleies, Zinnes und Eisens sowie über die direkte elektrolytische Gewinnung von Zink aus Erzen, die japanische Galvanotechnik, die Industrie der Chloralkalien, der Chlorate, die Wasserelektrolyse, und ferner eine Übersicht über die elektrothermischen Verfahren zur Gewinnung von Kalziumkarbid und Cyanamid, von Phosphor und Karborundum. Genannt werden für dieses Verfahren die zugehörigen Anlagen sowie die Produktionszahlen und ferner Zahlen des Kilowattverbrauches je Tonne und des Gesamt-Kilowattverbrauches. Zum Schluß sei noch ein Zusatzbericht von B. Kamienski über Untersuchungen auf dem Gebiete der Flotation von Erzen erwähnt.

Dr.-Ing. Georg Eger.

Mechanische Probleme bei großen Turbogeneratoren*.

Von Dr. **Robert Pohl**, Berlin.

(Schluß von S. 1101.)

Die für die Sicherheit des Schmiedestückes besonders wichtigen inneren Spannungen werden vom Gesichtspunkte des Stahlwerkes aus, welches die Vergütungspannungen durch Anlassen beseitigen will, als Restspannungen bezeichnet. Für den Konstrukteur, der sie den durch den Betrieb der Maschine entwickelten hinzuzuzählen hat, sind es Vorspannungen. Wir wollen sie allgemein als Eigenspannungen bezeichnen. Die Ursache ihrer Entstehung ist die mit der Strukturänderung bei der Vergütung und mit der Abkühlung verbundene Volumenänderung. Diese erfolgt, da die Abkühlung von außen her vor sich geht, zuerst in der äußeren Zone. Eine sich abkühlende Kugel wird in der erstarrenden äußeren Schale zunächst Zugspannungen und Reckungen erleiden. Beim nachträglichen Erkalten des Inneren können dann die gereckten äußeren Teile nicht mehr genügend folgen, so daß sie unter eine Druckspannung kommen, welche durch den im Inneren entstehenden Zug im Gleichgewicht gehalten wird. Wie wir sehen werden, liegen die Spannungsverhältnisse bei den komplizierten Formen der Induktorkörper, insbesondere wenn sie mit einer Bohrung versehen sind, wesentlich verwickelter. Es bleibt aber bestehen, daß im Inneren die Zugspannungen, am Umfang die Druckspannungen vorherrschen. Da die höchste durch die Fliehkräfte bewirkte Beanspruchung die Tangentialspan-

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein (Fachgruppe für Elektromaschinenbau) am 8. XII. 1931. Besprechung auf S. 1160 dieses Heftes. — Vgl. a. ETZ 1932, S. 984.

nung an der Axialbohrung ist, so ist für die Ausnutzbarkeit des Materials an erster Stelle der Höchstwert der tangentialen Vorspannung an der Bohrung zu betrachten. Denkt man aber an die vorhin behandelte Möglichkeit eines Dauerbruches infolge von Durchbiegungschwingungen, so spielt die höchste Vorspannung in axialer Richtung, u. zw. nahe dem Umfang die entscheidende Rolle. Wegen der außerordentlichen Bedeutung dieses bis vor kurzem noch ganz unerforschten Gebietes der Eigenspannungen hat sich die AEG bereits im Jahre 1927 entschlossen, in Zusammenarbeit mit dem auf diesem Gebiete führenden Stahlwerk und einigen Spezialisten als Beratern, insbesondere den Herren Prof. Reissner und Hahnemann, ein groß angelegtes Versuchsprogramm durchzuführen, um nicht nur im eigenen, sondern im allgemeinen Interesse die dringend notwendige Klärung zu schaffen. Bei Krupp durchgeführte Vorversuche[3] haben gezeigt, daß bei Material ähnlich dem verwendeten Molybdän-Chromnickelstahl durch das bei diesem mögliche Anlassen auf 650 ° C ein Ausgleich der Eigenspannungen auf nur 3 bis 4 kg/mm² erreichbar ist, unabhängig von der Höhe der

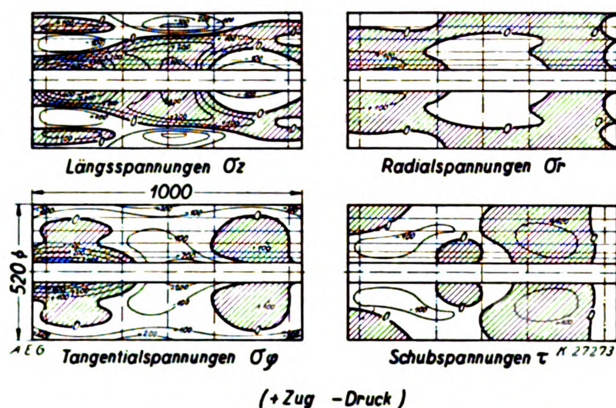


Abb. 8. Eigenspannungen in einer durchbohrten Welle.

vor dem Anlassen vorhandenen Spannung. Denn alle inneren Spannungen müssen sich bei hinreichender Anlaßdauer bis auf die Dauerfließgrenze des Materials bei der Anlaßtemperatur ausgleichen. Man kann sie als „unvermeidliche Restspannung" ansehen. Erfolgt nun die Abkühlung genügend langsam und vorsichtig, so kann die hierbei entstehende zusätzliche Eigenspannung in sehr engen Grenzen gehalten werden. Die Untersuchungen der AEG zur Bestimmung der tatsächlichen Eigenspannungen wurden an großen Induktorballen von 520 und 920 mm Dmr. ausgeführt, u. zw. in der Weise, daß sie in einem hierfür besonders geschaffenen Laboratorium unter Konstanthaltung der Temperatur innerhalb ± 0,3 ° C in Ringe zerlegt wurden, deren Maße vor und nach dem Abstechen mit der höchstmöglichen Genauigkeit, nämlich 1/1000 mm, festgestellt wurden. Auch diese Ringe wurden schließlich durch Aufschneiden entspannt. Aus der Summe der eingetretenen Formänderungen ist durch eine von Reißner und Kirchberg entwickelte rechnerische Superposition das Gesamtbild der ursprünglichen Spannungen im Körper bestimmbar. Die Ergebnisse dieser seit mehreren Jahren laufenden Arbeiten, die von K. Baßler angeregt und eingeleitet, von Schäfer und Kirchberg durchgeführt wurden, sind noch nicht abgeschlossen, haben aber schon zu wertvollen Erkenntnissen geführt, die demnächst zur Veröffentlichung gelangen werden. Das hier als Beispiel gezeigte Bild der Spannungen in einem gebohrten Körper aus Molybdän-Chrom-Nickelstahl, Abb. 8, zeigt Eigenspannungen, die nicht allzusehr über den auf Grund der Mailänderschen Vorversuche zu erwartenden Spannungshöhen liegen. Allerdings ist die tangentiale Höchstspannung auf 6 kg/mm² gestiegen, vermutlich infolge noch etwas zu raschen Abkühlens. Die axialen Spannungen nahe dem Umfang sind sehr niedrig. Alle drei Bedingungen für die Entstehung eines Dauerbruches: Große Weite und Tiefe der Dauerbruchgefahrzone im Festigkeitsdiagramm, Anriß und hohe axiale Eigenspannung sind also in Fortfall gekommen.

Die bisher bei der Berechnung der Induktoren für etwaige Vorspannungen eingesetzte Sicherheit von 10 kg/mm² erscheint bei richtigem Anlassen und Abkühlen als ausreichend und dürfte demnächst sogar herabgesetzt werden können, wenn auf Grund unserer Meßergebnisse die Herstellungsverfahren noch weiter verbessert worden sind. Wenn man dieses ölvergütete Material mit normierten Stahlkörpern vergleicht, so wäre es abwegig, wie es in der einschlägigen Literatur geschieht, bei letzterem völlige Spannungsfreiheit vorauszusetzen. Denn es ist nicht „nur geglüht", sondern es ist auch durch rascheren Durchgang durch den Umwandlungspunkt bei der Abkühlung gehärtet, wenn auch in Luft statt in Öl. Es wird nach der Lufthärtung ebenso auf rd. 600 ° C angelassen und langsam abgekühlt. Auch wenn die Härtespannungen kleiner ausfallen, so ist die „unvermeidliche Restspannung" doch wieder die Dauerfließgrenze bei der Anlaßtemperatur, d. h. rd. 4 kg/mm² und wir haben die gleiche

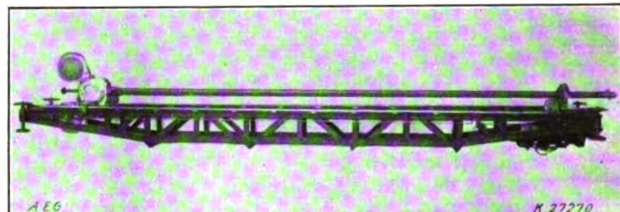


Abb. 9. AEG-Askania-Rohrkamera.

Möglichkeit der Entstehung von zusätzlichen Spannungen bei fehlerhaftem Abkühlen. Wenn wir also die Vorsicht walten lassen, bei ölvergüteten Körpern mit einer Vorspannung von 10 kg/mm² zu rechnen, so ist nicht einzusehen, weshalb bei dem normierten ein niedrigere Zahl einzusetzen ist. Der bei dem Material von 50 kg/mm² Streckgrenze verfügbare Wert von 40 kg/mm² ist demnach zu vergleichen mit einer verfügbaren Streckgrenze des normierten Nickelstahles an der Bohrung von etwa 37 — 10 = 27 kg/mm². Will man also bei der Nenndrehzahl noch einen Sicherheitsfaktor von 2 — bei der Schleuderprobe mit 1,25facher Drehzahl von 1,3 — erhalten, so darf man dem Körper aus dem ersten Material Fliehkraftbeanspruchungen bis zu 20 kg/mm² zumuten, dem zweiten aber nur bis zu 13,5 kg/mm².

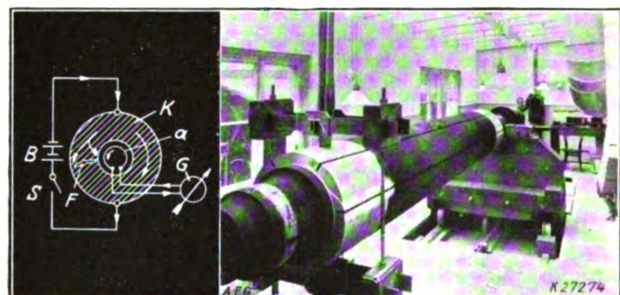


Abb. 10. Magnetische Prüfung einer Induktorwelle auf Materialfehler.

Man könnte hier einwenden, wie es in der Fachpresse kürzlich geschah: Ist denn die Streckgrenze überhaupt die richtige Basis für die Beurteilung der Sicherheit? Ist nicht die Zugfestigkeit ein zuverlässigerer Bezugswert? Nun, aus den früheren Darlegungen ergibt sich, daß wohl bei wechselnden oder pulsierenden Belastungen die Wechselfestigkeit oder ein anderer Punkt der Dauerfestigkeitskurve in Betracht zu ziehen ist, nicht aber die Zugfestigkeit. Haben wir jedoch eine vorwiegend statische Belastungsart vor uns, bei der die zuerst erreichbare Gefahr durch die Streckgrenze gegeben ist, so sollte man auch bei dieser als Bezugsmaß für den Sicherheitsfaktor verbleiben. Bei Fliehkraftbeanspruchungen in Turboinduktoren liegt keine Veranlassung vor, von der üblichen Berechnungsweise der Sicherheit abzugehen. Wenn man natürlich die axialen Schwingungsbeanspruchungen in Verbindung mit axialen Eigenspannungen zu rechnen versucht, so muß man diese zur Dauerfestigkeit in Beziehung setzen.

Von den Prüfungen, denen die angelieferten Induktorschmiedekörper unterworfen werden, seien die folgenden hervorgehoben:

1. Die kinematographische Aufnahme und Besichtigung der Axialbohrung mittels der auf Veranlassung der AEG von den Askaniawerken entwickelten Rohrkamera. Sie gestattet nicht nur eine weit zuverlässigere und weniger ermüdende Absuchung der inneren Wandung auf

[3] Mailänder, Die Verminderung von Eigenspannungen durch Anlassen. Stahl u. Eisen 1931, S. 662.

Herstellungsfehler, als sie mit dem Bohrungsperiskop möglich ist, sondern liefert auch ein objektives, jederzeit nachprüfbares Bild (s. Abb. 9).

2. Die magnetische Prüfung auf verborgene Fehlerstellen mittels einer Spule in der Bohrung und ballistischen Galvanometers nach dem Prinzipbild Abb. 10, die bereits ausführlich beschrieben wurde[4]. Sie ist durch Kontrolle der Wandstärken mittels Doppelkathetometers ergänzt worden.

3. Die Heizprobe auf innere Unsymmetrien des Gefüges oder der Spannungen (Abb. 11), bei der ein aus der Erfahrung gewonnener Mindestwert des Verziehens bei gleichmäßiger Durchwärmung nicht überschritten werden darf.

4. Die Gefügeuntersuchung durch Schliffbilder an radial entnommenen Proben, welche eine durch die ganze Ballendicke hindurchreichende Kontrolle des Gefüges liefert (s. Abb. 6).

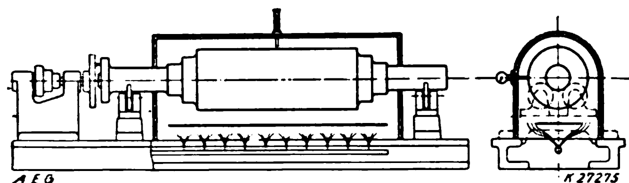


Abb. 11. Heizprüfung einer Induktorwelle auf Verziehen.

Die von Rikli vorgeschlagene Messung der bleibenden Dehnung beim Schleudern erfordert eine Meßgenauigkeit von 1/1000 mm, daher eine Konstanz der Temperatur des gesamten Körpers und eine Sorgfalt, wie sie in der Schleudergrube und betriebsmäßig nicht gewährleistet werden können.

II. Die Induktorwicklung.

Bei der mechanischen Berechnung der Induktorwicklung besteht die schwierigste Aufgabe darin, die Festlegung der Wickelköpfe gegen die Fliehkräfte in dem radial sehr beschränkten Raum so durchzubilden, daß die Haltekonstruktion noch eine genügende Sicherheit aufweist und gleichzeitig für eine ausreichende Kühlung der eng aneinandergedrängten Spulenenden gesorgt ist. Die mechanische Beanspruchung der Kappen oder Bandagen muß auch ein ovales Verziehen durch die polar angeordneten Köpfe ausschließen. Die Berechnung der Kappen unter Berücksichtigung des entsprechenden Biegungsmomentes ist von Schwerin[5] behandelt worden. Ich will hier auf Hilfsmittel zur Verminderung dieses sehr unerwünschten Biegungsmomentes nicht näher eingehen, dagegen kurz ein anderes Hilfsmittel besprechen, welches während einer Reihe von Jahren bei den Grenztypen zur Anwendung kam, nämlich die Verwendung von Aluminium als Material für die Induktorwicklungen. Der Hauptvorteil des Leichtmetalls war, daß die Wickelkopfbefestigung einwandfrei beherrschbar wurde, während der rechnerische Sicherheitsfaktor im aktiven Teil auch für eine Kupferwicklung noch ausreichend gewesen wäre. Nun hat Aluminium aber gewisse Nachteile. Im allgemeinen wird eine größere Nutentiefe erforderlich und daher die Ausnutzbarkeit der Maschine herabgesetzt, so daß auch für die Steigerung der größtmöglichen Leistung trotz der Anwendbarkeit eines etwas größeren Durchmessers kaum ein Vorteil erwächst. Sehr zu beachten ist aber, daß die Wärmeausdehnung von Aluminium weit größer ist als von Kupfer. Sie beträgt 0,024 mm/m °C gegenüber 0,017 für Kupfer und 0,012 für Stahl, so daß die Relativbewegung der Wicklung gegen Eisen bei $\Delta t = 90$ für die Wicklung und $\Delta t = 60$ für das Eisen je m Länge bei Aluminium 1,4 mm statt 0,8 mm bei Kupfer ausmacht. Auf die Nachteile dieser großen Wärmebewegungen soll später noch näher eingegangen werden. Sodann ist der Erregerbedarf für Aluminiumwicklungen etwa im Verhältnis der Wurzeln aus den spezifischen Widerständen, also um rd. 30 % größer. Der meist gegen Aluminium vorgebrachte Einwand aber, nämlich die Schwierigkeit der Herstellung zuverlässiger Verbindungen hat sich in mehrjähriger Erfahrung als nicht mehr berechtigt erwiesen. Die Schweißung auch in der werkstattmäßigen Herstellung zahlreicher Verbindungen gelingt bei entsprechender Kontrolle einwandfrei. Ernste Schwierigkeiten dieser Art sind also nicht zu befürchten. Trotzdem wurde aus den erstgenannten Gründen beschlossen, die Aluminiumwicklungen, die eine Reihe von Jahren benutzt worden sind, wieder zu verlassen und zu Kupferwicklungen für die Grenztypen zurückzukehren, nachdem für das Problem des einwandfreien Haltens der Wickelköpfe eine andere Lösung gefunden war. Diese soll kurz beschrieben werden. Bereits früher wurde eine Neukonstruktion der Stahlbandagen mitgeteilt (s. Abb. 12), bei der diese unterteilt sind, derart, daß jede einzelne Spule im Kopf von einem kräftigen radial gerichteten Luftstrom gekühlt wird. Es stellte sich nun heraus, daß die Temperatur der Köpfe hierdurch so weit herabgesetzt war, daß es nunmehr möglich wurde, den Leiterquerschnitt im Kopf gegenüber dem aktiven Teil zu verkleinern und auf diesem Wege die gewünschte mechanische Sicherheit bei den Grenztypen auch für Kupferwicklungen zu erreichen. Verkleinert man nämlich die Leiterdicke im Kopf, so stellt sich ein doppelter Vorteil heraus. Man vermindert damit die Fliehkräfte und schafft gleichzeitig zusätzlichen Raum für die Verstärkung der Bandage. Abb. 13 zeigt diese Ausbildung der Köpfe. Die mechanischen und thermischen Schwierigkeiten im Wickelkopf lassen sich so auch für die größten zur Zeit in Frage kommenden Induktordurchmesser einwandfrei beherrschen.

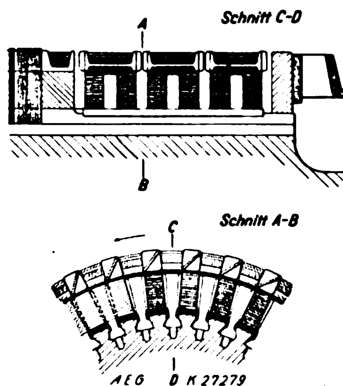
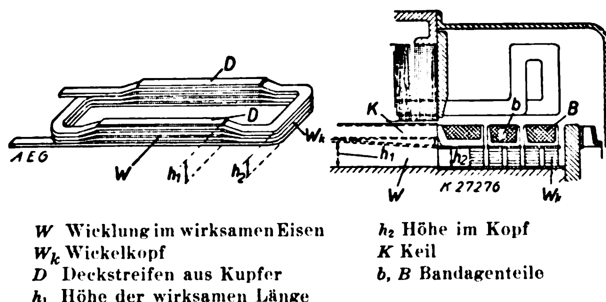


Abb. 12. AEG-Induktor mit belüfteten und axial beweglichen Wickelköpfen.



W Wicklung im wirksamen Eisen
W_k Wickelkopf
D Deckstreifen aus Kupfer
h_1 Höhe der wirksamen Länge
h_2 Höhe im Kopf
K Keil
b, B Bandagenteile

Abb. 13. Kupferspule eines Induktors mit verminderter Höhe im Kopf.

Hierbei verlangt aber die Frage der axialen Vor- und Rückwärtsbewegung der Spulen unter dem Einfluß der Erwärmung und Abkühlung besondere Beachtung. Bedenkt man, daß die gesamte Längenänderung einer 6 m langen Induktorspule relativ zum Eisen gemäß den vorhin gegebenen Zahlen bei Aluminium 8,5 mm, bei Kupfer 5 mm beträgt, daß sie eine Reibung auf der Isolation unter dem ungeheuren Druck der Fliehkräfte und dem Einfluß der relativ hohen Temperaturen bedeutet, daß insbesondere im Wickelkopf an den Spulenecken oder gar an abgekröpften Stellen besondere Bewegungshemmnisse vorliegen können, so wird es verständlich, daß die Lebensdauer der Isolation großer Turboinduktoren noch recht unbefriedigend ist. Die eintretenden Isolationsfehler liegen fast immer im Wickelkopf, weil die Bewegung dort ihre größten Weglängen erreicht, besonders aber auch wegen der erwähnten Formänderungen der Spulen. Diesem Gedanken folgend, haben wir an fertig bandagierten Induktoren mit sog. Wanderbandage, bei der also die Bandage der Bewegung der Spulen frei folgen kann, diese aber auf innere Stützflächen gespannt sind, das Herauswachsen und Zurückgehen der Spulenköpfe durch systematische Messungen verfolgt. Es zeigte sich das Erwartete: Die geradlinig in den Nuten liegenden und aus ihnen herauskommenden Spulenseiten bewegen sich geradlinig hin und zurück, an den gekrümmten Stellen aber treten Deformationen auf und die Mitten der tangentialen Spulenkopfstrecken bewegen sich relativ zum Eisen weniger, bisweilen überhaupt nicht. Die Isolation an den gekrümmten Stellen ist also besonders gefährdet, u. zw. sowohl die Außenisolation gegen Eisen als auch die Isolation zwischen den Windungen. Die Erfahrung bestätigt, daß an diesen Stellen auch betriebsmäßig am ehesten Fehler entstehen. Mit der immer weiter steigenden spezifischen Druckbelastung der Isolation infolge der Anwendung größerer Induktordurchmesser und der noch schneller steigenden

[4] W. Petersen, Forschung und Technik S. 455. Verlag Julius Springer, Berlin 1930.
[5] ETZ 1931, S. 401.

Weglänge der Wärmebewegungen infolge des Überganges auf immer größere Induktorlängen — eine im Bau befindliche amerikanische Maschine besitzt schon Spulen von über 8 m Länge — müssen grundsätzlich neue Lösungen dieses Problems gefunden werden, denn die mechanische Verbesserung der Isolation einschließlich des Asbestbakelits und ähnlicher Produkte erscheint nicht mehr ausreichend. Will man die Gefährdung der Isolation durch die Bewegung des Kupfers relativ zum Eisen beseitigen, so kann dies im Prinzip auf zwei Arten geschehen: Man verhindert die Bewegung überhaupt oder man läßt sie möglichst frei vor sich gehen, derart, daß keine Reibung auf der Isolation stattfindet, sondern eine Rollbewegung zwischen Metall und Metall. Das erste Verfahren wird bei den sog. Parallelnutinduktoren angewendet (Abb. 14). Wickelt man in die Nuten

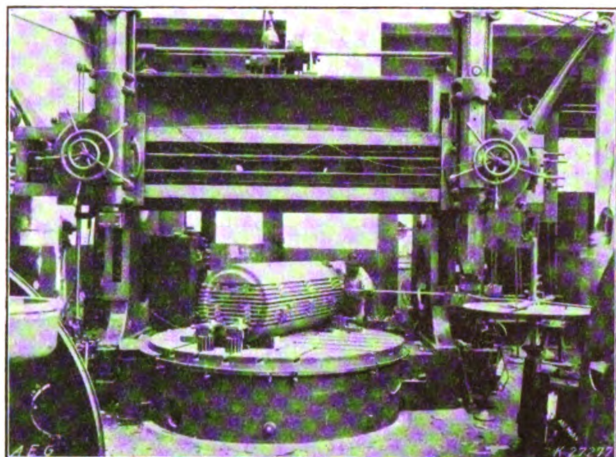


Abb. 14. Parallelnutinduktor. Bewickeln der Nuten unter Vorspannung.

dieser Induktoren das Kupfer, welches hart gezogen sein muß, mit einer derartigen Vorspannung ein, daß die elastische Längsdehnung mindestens gleich der späteren Wärmeausdehnung ist, so wird offenbar durch die Erwärmung nur eine Entspannung des Kupfers eintreten, nicht aber eine Bewegung relativ zum Eisen. Wie vorhin ausgerechnet wurde, beträgt bei Kupfer die Wärmeausdehnung je Meter Länge etwa 0,8 mm. Nimmt man hartgezogenes Kupfer mit einem Elastizitätsmodul von 1 150 000 kg/cm², so errechnet sich die erforderliche Span-

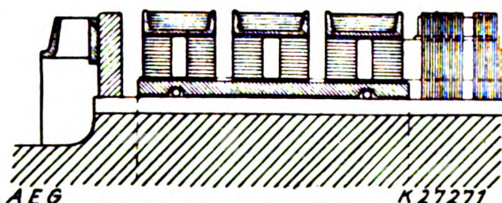


Abb. 15. Induktor mit Gleitzylinder. Freie Wärmebewegung der Köpfe.

nung zur Kompensation der angegebenen Ausdehnung zu rd. 9 kg/mm². Man sieht also, daß man sich noch unterhalb der Elastizitätsgrenze des Materials befindet. Diese Möglichkeit der Verhinderung der Wärmebewegung ist ein Vorteil der Parallelnutkonstruktion, die für seine Betriebsicherheit von Bedeutung ist. Dieses Verfahren wird von mehreren Firmen seit langem mit Erfolg angewandt. Eine Aluminiumwicklung ist übrigens für diese Parallelnutkonstruktion ungeeignet, denn berechnet man in der oben angegebenen Weise die Aufzugspannung, so erhält man einen weit über die Festigkeit des Aluminiums hinausgehenden Wert.

Man könnte nun auch daran denken, bei Induktoren gewöhnlicher Bauart die Wärmebewegung zu verhindern, indem man die Spulen in axialer Richtung fest verspannt, wobei Druckspannungen von der gleichen Höhe, wie sie eben als Zugspannungen berechnet wurden, entstehen. Offenbar ist dieses aber weit schwieriger durchführbar. Der grundsätzlich andere Weg besteht in der Zulassung der axialen Bewegung, jedoch derart frei, daß die Wicklung keinen Verbiegungen und die Isolation keinen gefährlichen Reibungskräften mehr ausgesetzt ist. In Verbindung mit den bereits erwähnten Wanderbandagen kann man die Köpfe auf Stahlzylinder spannen, die leicht gleitend oder rollend gelagert sind und als Ganzes die axialen Wärmebewegungen des Kopfes mitmachen (s. Abb. 15. Man kann auch nach einem Vorschlage von Treitel statt des Stahlzylinders unter den Spulenköpfen eine Anzahl voneinander unabhängiger Längsschienen anwenden. Abb. 16 zeigt die Anordnung dieser

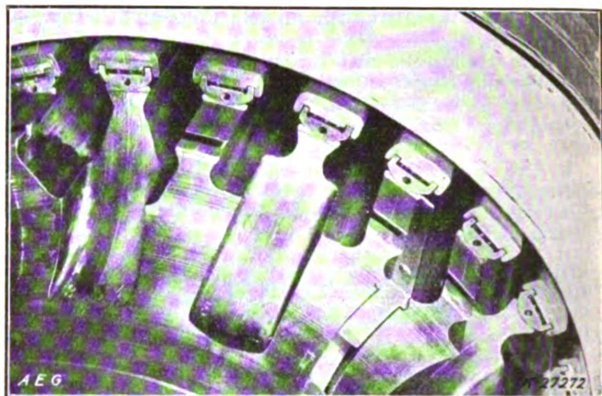


Abb. 16. Induktor mit Nadelschiebern. Freie Wärmebewegung der Köpfe.

„Nadelschieber" unter dem Wickelkopf nach Abnahme des sie verdeckenden Endringes. Ihre Ausbildung läßt Abb. 17 noch deutlicher erkennen. In dem inneren U-förmigen Stück aus gehärtetem Stahl liegen dicht aneinander die nadelförmigen Rollen größter Härte und Festigkeit. Der Deckel besteht aus dem gleichen gehärteten Stahl, ist aber

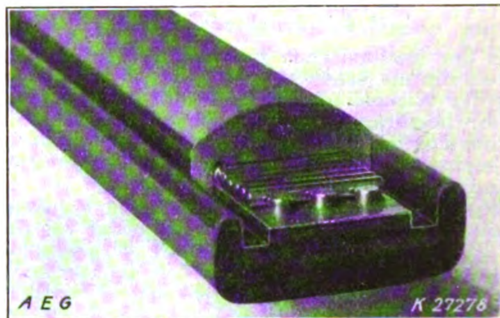


Abb. 17. Nadelschieber.

außen, wo er die Wicklung trägt, mit einer dicken Isolationsmasse umkleidet. Diese hat nur noch den radialen Druck der Bandagen aufzunehmen, erfährt aber keine Reibung mehr, weil an ihre Stelle das Hin- und Zurückrollen des Deckels auf den Nadeln getreten ist. Ein solcher Nadelschieber wirkt also wie ein Isolationsklotz mit so großer innerer Beweglichkeit, daß seine innere auf dem Eisen aufliegende Fläche beim Eisen, seine äußere das Kupfer berührende Fläche gleichzeitig reibungslos beim Kupfer verbleiben kann. In einer für diesen Versuchszweck gebauten Prüfmaschine wurden diese Nadelschieber Beanspruchungen ausgesetzt, die etwa das fünf- bis zehnfache des in Wirklichkeit vorkommenden Druckes, die etwa fünffache Weglänge der Bewegung ausmachten, und dabei wurde eine Anzahl von Hin- und Rückbewegungen ausgeführt, die einer Lebensdauer der Maschine von dreißig Jahren bei täglichem Anfahren und Abstellen entspricht. Nach dieser außerordentlich schweren Probe zeigten weder die Nadeln noch die gehärteten Flächen noch auch die Isolation eine mit bloßem Auge wahrnehmbare Abnutzung. Ganz erstaunlich ist, welchen gewaltigen Drücken ein solches Nadellager ausgesetzt werden kann. Selbst bei einer Beanspruchung der Nadelfläche von 40 kg/mm² war der Betrieb noch einwandfrei. Die Versuche an fertigen Induktoren haben bestätigt, daß das Problem der Schaffung freier axialer Beweglichkeit der Spulen ohne Beeinträchtigung der radialen Verankerung und guten Belüftung durch die Nadelschieber in Verbindung mit den Wanderbandagen einwandfrei gelöst ist. Die Kombination dieser neuen Konstruktionsmittel vermag also allen absehbaren Entwicklungsmöglichkeiten sehr langer Turbogeneratoren gerecht zu werden.

(Die Besprechung des Vortrages folgt auf S. 1160 dieses Heftes.)

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Das neue „Rheinhafen"-Kraftwerk der Straßburger Elektrizitätsgesellschaft. — Obwohl das Straßburger Elektrizitätswerk 1925 erweitert und auf 40 000 kW gebracht worden war, erwies es sich als nicht ausreichend, um den gesteigerten Anforderungen gerecht zu werden. Man beschloß daher die Errichtung eines neuen Kraftwerkes, des „Rheinhafen"-Werkes, das, wie aus seiner Bezeichnung schon hervorgeht, in nächster Nähe des Hafens zwecks leichter Anfuhr der Kohle errichtet wurde und sich noch im Ausbau befindet. Vorgesehen ist eine Gesamtstärke von 250 000 kW, während die jetzige Stärke 63 000 kW beträgt. Der Ausbau wird sich allmählich vollziehen je nach der Nachfrage nach elektrischer Kraft. Es sind 3 Gruppen von Turbo-Wechselstromerzeugern vorhanden, u. zw. von 16 000 bzw. 25 000 bzw. 22 000 kW. Der erzeugte Wechselstrom von 13 500 V wird in Unterkraftwerken in der Umgebung Straßburgs auf 3000 V heruntertransformiert. Nach Ausbau des Werkes werden 75 000- und 150 000 V-Leitungen an andere Hochspannungsnetze angeschlossen werden. Vorhanden sind 6 kohlenstaubgefeuerte Dampfkessel, u. zw. 4 von je 1000 m² und 2 von je 1100 m² Heizfläche. Das Brennstofflager kann z. Z. 15 000 t Kohlen aufnehmen, wird aber auf 45 000 t Fassungsvermögen erweitert werden. In einem Drehtrommelofen wird die Kohle von 10 % Feuchtigkeit so getrocknet, daß sie nur noch weniger als 1 % Feuchtigkeit enthält. Das Mahlen erfolgt in Raymond-Mühlen und in Kugelmühlen. Der Kohlenstaub wird durch Druckluft durch 2 Leitungen von 100 mm Dmr. zu den Kesseln mit einer Geschwindigkeit von 50 s für 1 t Kohlenstaub und je Leitung geblasen. Die Kessel haben 5 bis 7 Brenner. Während einige Kessel auf die übliche Weise mit feuerfesten Steinen ausgefüttert sind, haben andere Wasserröhren-Wände erhalten, u. zw. sind die Röhren für die Seitenwände Rippenröhren, für die anderen Stellen glatte Röhren. Die Verbrennungsgase ziehen durch einen Schornstein von 80 m Höhe ab. Bei Untersuchungen für die Feststellung des Wirkungsgrades der Kessel arbeitete man u. a. mit Saarkohle mit 8,0 ··· 8,7 % Asche, 30 ··· 38 % flüchtigen Bestandteilen, 74 ··· 79,4 % Kohlenstoff, einem oberen Heizwert von 7162 ··· 7523 kcal und erzielte einen Wirkungsgrad des betreffenden Kessels von 87,8 ··· 90,3 %, wobei die Temperatur des Dampfes beim Austritt aus dem Überhitzer 382 ··· 405 °C, die Temperatur des Wassers beim Eintritt in den Kessel 267 bis 339 °C und beim Eintritt in den Schornstein nach Durchgang durch die Ekonomiser und Luftvorwärmer 131 bis 151 °C betrug. (Combustion, Paris, Bd. I, S. 36.) *Kp.*

Kraftwerke Oberhasli. — Zu dem Aufsatz über die Kraftwerke Oberhasli auf S. 955 der ETZ möchten wir noch bemerken, daß an der Ausführung auch die deutsche Industrie wesentlich beteiligt war. Es gilt dies vor allem für die Kabelanlage, die einen besonders wichtigen Teil der Anlage darstellt, da nur durch die Verlegung betriebsicherer 50 kV-Kabel im Tunnel von Handeck nach Guttannen die Durchführung des ganzen Projektes ermöglicht wurde. Die Ausführungsform und die Konstruktion der Kabel und der Stollen sind von Kabelsachverständigen, insbesondere der Niederlande und Deutschlands, eingehend bearbeitet worden. Schließlich wurde 1928 der erste Kabelstrang von der Firma Felten & Guilleaume Carlswerk AG., Köln-Mülheim[1], angelegt, weil diese die größte Erfahrung in der Herstellung und Verlegung solcher Kabel auf Grund ausgeführter Anlagen in Schweden, Dänemark, Holland und Deutschland aufweisen konnte. Erst dann wurden auch Schweizer Firmen für die weiteren Kabelstränge hinzugezogen, über deren Arbeiten im Bull. schweizer. elektrotechn. Ver. eingehend berichtet wurde.

Was die Druckrohre im Kraftwerk Handeck angeht, so ist vielleicht die Feststellung von Interesse, daß der untere Teil der Rohrleitung und die Verteilerrohre im Kraftwerk ebenfalls von deutschen Spezialfirmen geliefert und montiert wurden. *D. S.*

[1] Felten & Guilleaume Carlswerk-Rundschau, H. 5, S. 10.

Leitungen.

Zentralprojektion als Grundlage der Durchhangsmessung. — In Anlehnung an das photographische Aufnahmeverfahren einzelner Spannleitungen ist bei der Société Générale d'Entreprises eine Methode entwickelt worden, die sich von der photographischen Aufnahme insofern unterscheidet, als die Abbildung der Seilkurve nicht hinter dem Objektiv eindeutig stattfindet, sondern vor dem Zentralpunkt, der dem Objektiv entsprechen würde, ein Vergleich der tatsächlichen Seilkurve mit einer auf Glas eingeätzten Vergleichskettenlinie vorgenommen wird.

Die mathematischen Eigenschaften der Kettenlinie geben Proportionalität in der Abbildung bei Wahrung des Parameter-Verhältnisses. Die daraus folgenden Ähnlichkeitsbeziehungen erlauben die Anwendung einer eingeätzten Prüfkettenlinie. Entsprechend dem Umrechnungsfaktor auf bestimmte Spannweiten und zulässige Durchhänge ist das Parameter-Verhältnis durch die Abhängigkeit von der Wahl des Beobachtungstandortes in jedem einzelnen Beobachtungsfalle verschieden und durch eine Verschiebung des Zentralpunktes relativ zur Bildebene einstellbar. Die Bildebene selbst muß wie bei den im Freileitungsbau verwendeten Prüfgeräten eine möglichst genaue Parallelität zur Trasse aufweisen, und für die Einstellung nach den Visierlinien ist nur ein orthogonales Verschieben der Bildebene in Höhe und Seite statthaft. Nach dieser Visiermethode ist es angängig, das Spannen der Freileitung direkt zu überwachen; sobald eine Dekkung der Seilkurve mit der Projektionskettenlinie eintritt, kann die Verlegung als beendet angesehen werden. Bei den heute üblichen Spannweiten muß der Beobachtungstandort in beträchtlicher Entfernung von der Trasse gewählt werden; die notwendige Sicht kann aber nur ein mit einem Fernrohr ausgestattetes Instrument bieten. Visiereinrichtungen mit Zielfäden, einfache Diopterausführungen, mußten immer mehr zurücktreten, dennoch hat das vorliegende Verfahren die Dioptereinrichtung in Verbindung mit der eingeätzten Kettenlinie aufgegriffen. Durchgeführte Rechnungsbeispiele zeigen die Unzulänglichkeit der Visiereinrichtung. Mit einer Toleranz von fast 3 % kann sich das deutsche Prüfwesen für Freileitungen keineswegs einverstanden erklären. Die Verwendung der Zentralprojektion wird für Durchhangsmessungen bei uns in Deutschland nur auf die photographische Aufnahme, mit der ihr eigenen hohen Genauigkeit, von juristisch besonders wichtigen Freileitungsabschnitten beschränkt bleiben, während die anderen Projektionsmethoden optischer Meßgeräte, mit einer garantierten Genauigkeit von höchstens 1 % Maximalfehler, in der Handhabung und Zuverlässigkeit jedes andere Verfahren, das nur Diopteranordnungen aufweisen kann, übertreffen. (P e r i c h o n, Rev. gén. Électr. Bd. 30, S. 319.) *Hgr.*

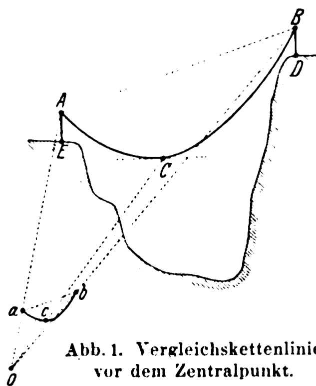


Abb. 1. Vergleichskettenlinie vor dem Zentralpunkt.

Elektromaschinenbau.

Der Leerlauf des durch selbsterregte Erregermaschine übererregten Asynchronmotors. — Die selbsterregte asynchrone Erregermaschine mit Reihenschlußerregung[1] bildet bei geeigneter Ausführung eine äußerst vorteilhafte Verwertung der Eigenschaften des mehrphasigen Kommutatorgenerators zur Übererregung des Asynchronmotors auch im Leerlauf, weil der Sekundärkreis des Motors einen Stromkreis ohne gegebene Frequenz darstellt, und seine Schlupffrequenz sich erst aus der Belastung und einer Komponente der EMK der Erregermaschine ergibt. Es wird gezeigt, daß die zwecks einer Erklärung von Störungen bei früheren Ausführungen seit bereits über zehn Jahren eingeführte übliche Theorie einer Erregung des

[1] Vgl. a. ETZ 1932, S. 321 u. 518.

Sekundärkreises des Asynchronmotors mit gleichzeitig zwei Frequenzen auf einem Irrtum analytischer Rechnung beruht.

Die Maschine arbeitet bei Frequenz Null wie eine Gleichstrommaschine. Die Einzelheiten ihrer Ausführung sind dadurch bedingt, daß sie zunächst im Leerlauf des Motors eine Schlüpfung bewirkt, welche sich aus der zu ihrem Strome rein voreilenden Komponente der von ihr erzeugten EMK ergibt. Deshalb muß ihre Drehrichtung die gleiche wie die ihres Drehfeldes werden, weil bei normaler Felddichte im Eisen andernfalls Zunahme des Stromes eine Abnahme der Voreilung ihrer EMK und dann Belastung des Motors nahe dem Leerlauf zunächst eine Abnahme der Schlüpfung bewirken würde, während bei gleichem Drehsinne die Schlüpfung ständig zunimmt.

Der Grund liegt in einer interessanten nutzbaren Rolle der sekundären Streukomponente des Feldes, die, wie der Verfasser vor einigen Jahren bereits erwähnte[1], so wirkt wie das Hauptfeld im Kompensator nach Leblanc und hier deshalb selbsttätig eine mit dem Strom ständig zunehmende Voreilung der gesamten EMK bewirkt. Sie bietet ein sehr bequemes Mittel, die Wirkung auch weiter zu erhöhen, da höhere Streuung die Ausführung der Maschine selbst vereinfacht.

In den so ausgeführten Maschinen wurden die früher schon vom Verfasser zur Erzielung der vollkommenen Kommutierung angegebenen Anordnungen der Ständerwicklung benutzt, welche gleichzeitig erlauben, die Verhältnisse der wirksamen Ständer- und Läufer-AW so zu wählen, daß die obige Bedingung erfüllt wird. In allen zahlreichen Fällen, wo diese Maschinen seit Jahren im Betriebe sind, zeichnen sie wie die betreffenden Motoren sich durch ihre absolute Unempfindlichkeit aus, und dies auch bei Abgabe beliebig hohen Blindstromes im Leerlauf. (A. Heyland, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, H. 1, S. 1.)

Meßgeräte und Meßverfahren.

Prüfung von Schutzerdungen mittels Strom- und Spannungsmessers. — Um die Prüfungen von Schutzerdungen mittels Strom- und Spannungsmesser, wie in den neuen Leitsätzen des VDE über Prüfung von Schutzerdungen unter Va) angegeben, in einfacher Weise auszuführen, hat die Firma Gossen, Erlangen, ein Prüfgerät herausgebracht,

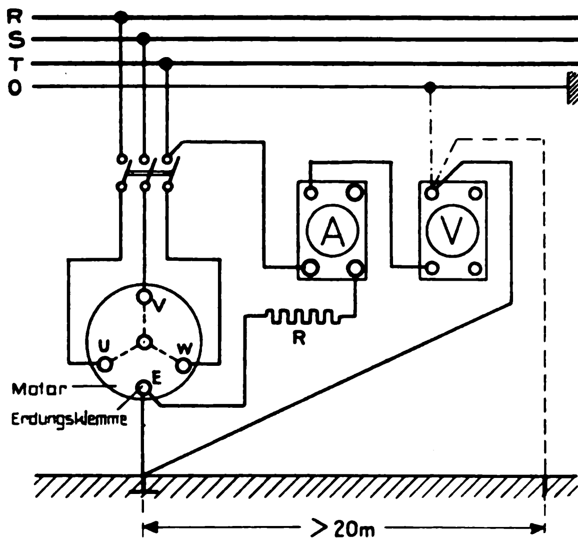


Abb. 2.

das aus einem normalen Dreheisen-Voltmeter, einem Spezial-Dreheisen-Amperemeter und einem Belastungswiderstand besteht. Der Spannungsmesser besitzt 3 Meßbereiche 150, 300, 600 V. Diese Meßbereiche genügen wohl, um die Prüfungen bei den normal vorkommenden Spannungen auszuführen. Das Spezialamperemeter (Type Weameter) besitzt die beiden Strommeßbereiche 2 und 10 A sowie eine weitere, mit *V* bezeichnete Anschlußklemme, die lediglich als bequemer Spannungsanschluß in der Schaltung dient. Der Koffer enthält ferner einen Belastungswiderstand von 30 Ω, der mit 7 A belastet werden kann. Es werden dem Koffer ferner 3 Kabel für die Stromanschlüsse und 2 Kabel für die Spannungsleitungen beigegeben. Aus dem Schaltbild Abb. 2 ergibt sich die Schaltanordnung des Amperemeters *A*, des Voltmeters *V* und des Widerstandes *R* bei Vornahme einer Erdleitungsprüfung. Als Beispiel ist ein Drehstrommotor gewählt, dessen Schutzerdung geprüft werden soll. Man kann den Ohmwert der Erdleitung, ferner diesen Widerstand mit Erdübergangswiderstand und den Gesamterdungswiderstand bestimmen.

[1] Rev. gén. Électr. Bd. 17, S. 400 (1925).

Bei Division des abgelesenen Spannungswertes durch den Stromwert erhält man den Widerstand $R + RE$. Von diesem errechneten Widerstandswert subtrahiert man den Widerstand von *R* (30 Ω) und erhält *RE*.

Um ohne Rechnung einen raschen Überblick über die Größenordnung des gemessenen Widerstandes zu erhalten, sind entsprechend den Strommeßbereichen 2 und 10 A drei kleine Spannungskalen in farbigen Feldern angebracht. Das linke obere Feld, das in Abb. 3 mit *I* bezeichnet ist, sowie das rechte obere mit *II* bezeichnete Feld gehören zu dem Meßbereich 10 A. Das mittlere untere Feld ist mit *III* bezeichnet und gehört zu dem Meßbereich 2 A. In Wirklichkeit werden also die 3 Spannungsfelder farbig ausgeführt, u. zw. *I* grün, *II* gelb und *III* rot.

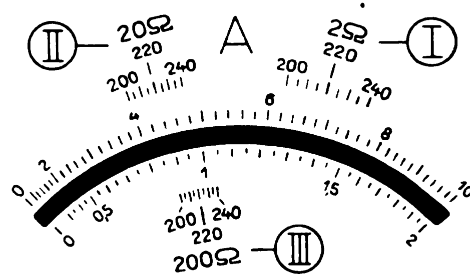


Abb. 3.

Ist der gemessene Widerstand genau 2 Ω, so muß der Zeiger des Amperemeters auf der Spannungskala (im Feld *II*) bei Anschluß des Strommeßbereiches 10 A genau dieselbe Spannung wie das Wevometer anzeigen. Ist seine Spannungsangabe (im Feld *II*) höher als die des Wevometers, so ist der gemessene Widerstand *RE* kleiner als 2 Ω. Ist sie geringer, so ist der gemessene Widerstand größer als 2 Ω.

Ist der gemessene Widerstand genau 20 Ω, so muß der Zeiger des Amperemeters bei Anschluß des Strommeßbereiches 10 A auf der Spannungskala (im Feld *I*) genau dieselbe Spannung aufweisen wie das Wevometer. Ist seine Spannungsangabe größer als die des Wevometers, so ist der gemessene Widerstand *RE* kleiner als 20 Ω, und ist seine Spannungsangabe kleiner als die des Wevometers, so ist der gemessene Widerstand *RE* größer als 20 Ω.

Ist der gemessene Widerstand genau 200 Ω, so muß bei Anschluß des Strommeßbereiches 2 A der Zeiger des Amperemeters auf der Spannungskala (im Feld *III*) genau dieselbe Spannung wie das Wevometer anzeigen. Ist die Spannungsangabe des Amperemeters höher als die des Wevometers, so ist der gemessene Widerstand *RE* kleiner als 200 Ω, und ist die Spannungsangabe des Amperemeters geringer als die des Wevometers, so ist der gemessene Widerstand *RE* größer als 200 Ω.

Alle von 2, 20 und 200 Ω abweichenden Werte sind aus den Strom- und Spannungswerten zu errechnen.

S. Gopp.

Beleuchtung.

Infrarotempfindliche Zellen. — Unter den Photozellen zeigen Selen, die Thallofide-Zelle und andere Sulfide infrarote Empfindlichkeit. Diese hat für die normalen Selenzellen ein scharfes Maximum bei $\lambda = 0{,}7\,\mu$ und fällt dann rasch ab. Durch einen Tellurzusatz gelingt es, die Empfindlichkeit weiter ins Infrarot zu verschieben. Die Zellen werden durch kathodische Zerstäubung hergestellt. Das wirksame Intervall erstreckt sich von 0,75 μ bis etwa 1,2 μ. Im gleichen Bereich liegt auch die Empfindlichkeit der Thallofide-Zelle. Mit einer Bogenlampe von 600 W, deren sichtbares Licht durch Infrarotfilter ausgeschaltet war, konnten auf diese Weise Entfernungen von 28 km leicht überbrückt werden. Auch Dunst und leichter Nebel wird von Infrarot oberhalb 1 μ gut durchdrungen. Bei sehr dichtem nassen Nebel, wobei die optische Sicht nur auf etwa 20 m reichte, versagte dagegen Infrarot zwischen 0,75 und 1,2 μ auf kurzen, weniger als 1 km langen Strecken. (F. Michelssen, Z. techn. Physik Bd. 11, S. 511.) *Br.*

Heimbeleuchtung. — Eine Zusammenstellung neuester amerikanischer Literatur über Heimbeleuchtung findet sich in den Trans. Illum. Engng. Soc. Bd. 27 (1932), H. 6, S. 571 ··· 573. *F. Bn.*

Elektrische Antriebe.

Verfahren zur Netzkupplung und zur Schlupfregelung von Ilgner-Umformern und Walzenstraßenantrieben. — Ein Netzkupplungs-Maschinensatz soll Netz I von der Frequenz

$$\nu_1 = (1 - s_1)\,\nu_{1\,\mathrm{mittel}}$$

und Netz II von der Frequenz

$$\nu_2 = (1 - s_2)\,\nu_{2\,\mathrm{mittel}}$$

verbinden. Der Satz besteht aus einer Asynchronmaschine an Netz I und einer Synchronmaschine an Netz II, welche die Drehzahl des Maschinensatzes bestimmt. Bei passenden Polzahlen ist

$$s = \frac{s_2 - s_1}{1 - s_1}$$

die Schlüpfung der Asynchronmaschine. Ihre Leistung als Funktion der Schlüpfung soll gemäß Abb. 4 zwischen $s = s'$ und $- s''$ nahezu konstant sein, dann aber sinken und beim Grenzwerte s_0 so schnell die Richtung ändern, daß dieser Wert nur wenig überschritten werden kann. Eine Aufgabe ähnlicher Art liegt bei Ilgner-Umformern oder bei mit Schwungrädern gekuppelten Walzenstraßen vor. Hier wird von der asynchronen Antriebsmaschine zwischen zwei Grenzdrehzahlen n' und n'' ein angenähert konstantes Moment gefordert. Bei Drehzahlen über n'' soll das Moment stark sinken und die Überschreitung einer Höchstdrehzahl n_0 soll durch kräftige Generatorbremsung unmöglich gemacht werden.

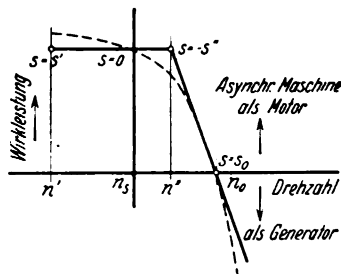


Abb. 4. Leistungscharakteristik eines Netzkupplungssatzes.

Beide Fälle sind in folgender allgemeineren Aufgabe enthalten: Für drei beliebige Drehzahlen einer Asynchronmaschine seien Größe und Phase des Sekundärstromes I_2 beliebig vorgeschrieben. Die mit der Schlüpfung veränderliche Rotationsspannung V_s und die konstante Rotationsspannung V_r einer in Kaskade geschalteten Hintermaschine sollen so berechnet werden, daß Leistungs- und Drehzahlcharakteristik der Kaskade den obigen Bedingungen genügen.

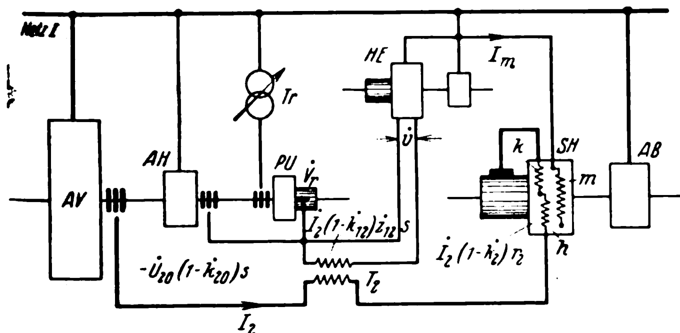


Abb. 5. Prinzipschaltung für Leistungsregelung nach dem neuen Regelungsprinzip.

Die Lösung dieser Aufgaben fordert, daß die Hauptfeldspannung $\dot{E}_{20}\,s$ und die Impedanzspannung $-\dot{I}_2(r_2 + \dot{z}_{12}\,s)$ der Asynchronmaschine nicht wie nach S e i z durch phasengleiche, sondern durch phasenverschobene Spannungen teilweise kompensiert werden. Eine dazu anwendbare Regelschaltung zeigt Abb. 5. Die asynchrone Hilfsmaschine AH läuft synchron mit der asynchronen Vordermaschine AV und liefert die u n v o l l s t ä n d i g e Hauptfeldspannung

$$-\dot{E}_{20}\,(1 - \dot{k}_{20})\;s.$$

Der mit Luftspalt gebaute Stromtransformator T_2 erzeugt die Impedanzspannung

$$\dot{I}_2\,(1 - \dot{k}_{12})\,\dot{z}_{12}\,s\,.$$

Die einstellbare Regelspannung V_r wird in einem Regeltransformator oder Doppeldrehtransformator T_r mit der Netzfrequenz erzeugt und durch einen gewöhnlichen Periodenumformer auf die Schlupffrequenz übertragen. Mit der Summe $\dot{v}$ dieser drei Spannungen wird das Feld einer Hilfserregermaschine HE gespeist, die das Gesetz ihrer Erregerspannung $\dot{v}$ auf ihren Hauptstrom I_m, d. i. auf das Nebenschlußfeld m der Hintermaschine SH überträgt. Diese besitzt außerdem eine vom Hauptstrom I_2 erregte Feldwicklung h, mit der sie die Rotationsspannung

$$\dot{I}_2\,(1 - \dot{k}_2)\,r_2$$

erzeugt. $\dot{k}_2$, $\dot{k}_{12}$ und $\dot{k}_{20}$ sind komplexe Verhältniszahlen. Je nach der Phase von $\dot{k}_2$ kann die letzte Spannung eine Kompoundierungspannung eine Komppensationsspannung oder auch eine Mischung beider sein. Da nun $\dot{k}_2$ beliebig wählbar ist, kann innerhalb entsprechender Grenzen auch über die Phase der übrigen Spannungskomponenten verfügt werden. (L. D r e y f u s, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 49, S. 197.) *Sb.*

Fernmeldetechnik.

Zur Theorie und Berechnung der Betriebsdämpfung in einfachen und zusammengesetzten Übertragungssystemen. — Die Aufgabe, die Betriebsdämpfung einer Reihe von hintereinander geschalteten Vierpolen zu bestimmen unter Berücksichtigung der Abschlußwiderstände, ist in der Fernmeldetechnik nicht selten, stellt doch jede Fernsprechverbindung zwischen 2 Sprechstellen einschließlich der zwischengeschalteten Fernsprechleitungen und -ämter eine solche Vierpolreihe dar. Die Lösung der Aufgabe ist auch bereits theoretisch weitgehend geklärt, doch ist die zahlenmäßige Berechnung der Betriebsdämpfung einer gegebenen Vierpolreihe aus den vorliegenden Formelausdrücken meist recht umständlich und einfachere, insbesondere graphische Verfahren sind bisher nur unter beschränkenden Annahmen hinsichtlich der Vierpole und ihrer Abschlüsse entwickelt worden. Die Arbeit von G. H o e c k e gibt nun ein rechnerisches und graphisches Verfahren an zur Ermittlung der Betriebsdämpfung beliebiger Vierpole und Vierpolketten mit beliebigen Abschlußwiderständen und gestattet die Durchführung der Rechnung mit einem für praktische Zwecke zulässigen Zeit- und Arbeitsaufwand.

Nach einer Einleitung (über den Gegensatz der Begriffe Betriebsdämpfung und Wellendämpfung) wird zunächst an einem einzelnen zwischen Sender und Empfänger geschalteten Vierpol gezeigt, daß sich seine Betriebsdämpfung formelmäßig als Summe zweier Teildämpfungen, der Eingangs- und der Übertragungsdämpfung darstellen läßt. Dabei wird die Eingangsdämpfung — in Analogie mit der Definition der Betriebsdämpfung — definiert als der halbe natürliche Logarithmus des Verhältnisses der Scheinleistung, die der Sender an einen ihm a n g e p a ß t e n Verbraucher abgibt, zu der Scheinleistung, die er an den Eingangswiderstand des Vierpols abgibt; die Übertragungsdämpfung wiederum ist der halbe natürliche Logarithmus des Verhältnisses der vom Vierpol aufgenommenen Scheinleistung zu der an den Empfänger weiter übertragenen Scheinleistung. Die Summe beider Teildämpfungen, eben die Betriebsdämpfung, läßt sich auf diese Weise darstellen als Summe aus der reinen Wellendämpfung des Vierpols und aus drei Stoßdämpfungen zwischen je 2 komplexen Widerständen (als solche gehen in die Rechnung ein die beiden Abschlußwiderstände (Sender und Empfänger), der Eingangswiderstand des Vierpols sowie seine beiden Wellenwiderstände). Alle Stoßdämpfungen werden auf die Form

$$\ln \frac{|\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}_2|}{2\sqrt{|\mathfrak{R}_1\,\mathfrak{R}_2|}}$$

gebracht und können mit Hilfe einer Kurventafel der Stoßdämpfungen in einfachster Weise ermittelt werden, wenn die Widerstände $\mathfrak{R}_1$ und $\mathfrak{R}_2$ nach Betrag und Phase bekannt sind. Zur Ermittlung des ebenfalls in die Rechnung eingehenden Eingangswiderstands des Vierpols dient eine weitere Kurventafel, aus der sich der Reflexionsfaktor zwischen 2 Widerständen $\mathfrak{R}_1$ und $\mathfrak{R}_2$

$$\frac{\mathfrak{R}_1 - \mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}_2} = p\,e^{j\vartheta}$$

nach Betrag und Phase ablesen läßt. Mit diesen Hilfsmitteln ist die sonst recht umständliche Berechnung der Betriebsdämpfung eines abgeschlossenen einfachen Vierpols schnell erledigt.

Die geschilderte Betrachtungsweise wird dann auf die Ermittelung der Betriebsdämpfung einer zusammengesetzten Leitung, also einer Vierpol k e t t e erweitert. Auch hier wird nachgewiesen, daß die Betriebsdämpfung der Kette gleich der Summe aus ihrer Eingangs- und ihrer Übertragungsdämpfung ist. Eingangsdämpfung

ist in diesem Falle — entsprechend den Verhältnissen bei einem einzelnen Vierpol — die Stoßdämpfung zwischen dem Widerstand des Senders und dem Eingangswiderstand der ganzen Vierpolkette, während die Übertragungsdämpfung der ganzen Kette gleich der Summe der Übertragungsdämpfungen der einzelnen Kettenvierpole ist, wobei jeder dieser Vierpole als abgeschlossen mit dem Eingangswiderstand des ihm folgenden Vierpols gilt. Die Berechnung der Betriebsdämpfung einer Vierpolkette unterscheidet sich hiernach grundsätzlich nicht von der entsprechenden Berechnung eines einzelnen Vierpols; sie läuft auf Ermittlung einer Anzahl von Eingangswiderständen aus Reflexionsfaktoren und von Stoßdämpfungen heraus, die sich aus den schon erwähnten Kurventafeln leicht feststellen lassen. Für die in Fernsprechverbindungen häufig vorkommenden komplexen Längswiderstände (wie z. B. Sperrkondensatoren) und Querwiderstände (wie z. B. Speisebrücken), die der Verfasser als „entartete Vierpole" bezeichnet, werden Betriebsdämpfungsformeln entwickelt, die sich der gesamten Rechnungsweise anpassen, so daß auch der Einfluß solcher Schaltelemente auf die Betriebsdämpfung rechnerisch erfaßt werden kann. — Ein ausführlich durchgerechnetes Beispiel (Betriebsdämpfung einer über 3 verschiedene Fernsprechleitungen und 2 Zwischenämter hergestellten Verbindung zwischen 2 Fernsprechstellen) schließt die Arbeit und erweist die Vorteile des Verfahrens. (G. Hoecke, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Bd. 21, S. 1 u. S. 77.) *But.*

Bildtelegraphenverkehr V. S. Amerika—Dänemark und Schweden. — Am 10. VIII. d. J. wurde der Bildtelegraphendienst zwischen Dänemark und den V. S. Amerika über Berlin eröffnet. Auf der Strecke Kopenhagen—Berlin werden die Bildtelegramme über Leitungen und zwischen Berlin und New York auf dem Funkweg übertragen. Die Gesamtgebühr ist dieselbe wie im Bildverkehr über London und beträgt 195,75 Gc/cm² bei einer Mindestgebühr für ein Bildtelegramm, die nach 150 cm² Bildfläche berechnet wird.

Am 10. IX. wurde der Bildtelegraphenverkehr zwischen Schweden und den V. S. Amerika über Berlin aufgenommen. Die Bildtelegramme werden zwischen Stockholm und Berlin über Leitungen und auf der Strecke Berlin—New York funktelegraphisch befördert. Auch bei diesem Dienst ist die Gebühr dieselbe wie im Verkehr über London; sie beläuft sich auf 202,5 Gc/cm². Die Mindestgebühr für ein Bildtelegramm wird ebenfalls nach einer Bildfläche von 150 cm² Größe berechnet. — In beiden Verkehrsbeziehungen können auch getönte Bilder, z. B. Photographien, übertragen werden. Die Bildtelegramme dürfen bis zu 13 · 18 cm groß sein. *Gth.*

Energiewirtschaft.

Ausgleich zwischen schweizerischer Wasser- und deutscher Wärmekraft[1, 2, 3]. — Wie der Ausgleich zwischen den beiden Kraftarten sich gegenwärtig vollzieht und auf absehbare Zeit sich vollziehen wird, stellt er einen wahren lucus a non lucendo dar — einen Ausgleich, der keiner ist —. Um diesen Satz zu erhärten, braucht man sich nur die Ein- und Ausfuhrzahlen zu vergegenwärtigen. Im Jahre 1931 hat die Schweiz 1012 Mill kWh ausgeführt, davon etwa 48,8 % im Winter und 51,2 % im Sommer. Die Ausfuhr stieg seit 1924 ununterbrochen von 560 Mill kWh auf die genannte Zahl an. Dem gegenüber steht eine Gesamteinfuhr, die ausschließlich aus Deutschland erfolgt, von sage und schreibe 8 Mill kWh. Auf dieser Stufe blieb die Einfuhr seit dem Herbst 1926 stehen, d. h. seitdem die Schweizerische Kraftübertragung AG. regelmäßig während der Wintermonate rd. 6000 kW aus Baden einführt und hierzu die Leitungen benutzt, über welche sie im Sommer Energie aus der Schweiz an das Badenwerk ausführt. Hierbei wird es wohl auch in der Zukunft sein Bewenden haben. Auch künftig wird eine nennenswerte Einfuhr ausländischer Kraft lediglich im Winter bei großer Wasserknappheit in Frage kommen unter der Voraussetzung, daß dabei bereits bestehende Übertragungsanlagen benutzt werden können, so daß die eingeführte Kraft nur wenig mit Transportkosten belastet würde.

Nichtsdestoweniger kommt auch diesem Austausch eine gewisse Bedeutung zu. Sie deutet eine Entwicklung an. Die Schweiz ist ihrer natürlichen Lage und geschichtlichen Entwicklung nach das geborene Transitland. Sie wird dies auch im internationalen Ausgleich verschiedener Stromarten, insbesondere zwischen dem deutschen Wärmestrom und dem italienischen aus weißer Kohle gewonnenen Strom, wenn dieser einmal zustande kommt, sein. Schon heute ergießt sich der Energiefluß der Schweiz vom Süden nach dem Norden. Die gleiche Leitung, die diesen Stromerguß vom Süden nach Norden vermittelt, kann somit benutzt werden zur Zuführung von Strom aus dem Norden nach dem Süden, womit der Transport beiderseitig verbilligt würde. Wie die Pässe der Schweiz würden die Leitungen somit eine Verbindung herstellen zwischen Nord und Süd, zwischen den billigen deutschen Energiequellen und dem norditalienischen Bedarfsgebiet. Erst recht wird dies der Fall sein, wenn einmal der vom Ingenieur Lorenz in Thusis mit viel Begeisterung und Sachkenntnis propagierte Ausbau der Hinterrhein-Wasserkräfte verwirklicht wird. Der Hinterrhein mit seinem Einzugsgebiet von 416 bzw. 530 km² und einem mittleren Jahresabfluß von 700 Mill m³, von welch letzteren aber nur etwa 10 % im Winter und etwa 90 % während des Sommers zur Verfügung stehen, soll nach dem Vorschlage von Lorenz (s.[3], Teil 1 u. 2) in 5 Staubecken gespeichert werden, die zusammen rd. 355 Mill m³ Wasser fassen sollen. Die umfassenden topographischen und geologischen Studien haben die Durchführbarkeit des Planes durchaus bestätigt (s.[3], Teil 3). Die energiewirtschaftliche Bedeutung dieses Unternehmens liegt auf der Hand. Zunächst wird ein möglichst weitgehender Ausgleich der jährlichen Wasserabflußmengen erzielt. Ferner werden Winterreserven geschaffen, die der erhöhten Nachfrage der Wintermonate Genüge leisten, außerdem aber bei mangelndem Wasserzufluß, Hochwasser und Gefällsverlusten der Laufkraftwerke in die Bresche treten sollen. Seine Hauptbedeutung soll dieses Unternehmen durch seine Eingliederung in das vom Norden nach dem Süden strebende Kraftlieferungssystem erlangen. Vom Norden her ist bereits die große 220 kV-Leitung vom rheinisch-westfälischen Kohlenrevier bis nach Bludenz, also in unmittelbarer Nähe des zu errichtenden Unternehmens bereits durchgeführt, vom Süden rücken die großen Kraftleitungen nahe an die Schweizer Grenze im Val San Giacomo jenseits des Splügenpasses heran. Das zu errichtende Unternehmen ist berufen, das Bindeglied zwischen den beiden Leitungen herzustellen und somit einen ununterbrochenen Stromfluß und Austausch von Energie von Köln bis nach den großen italienischen Versorgungsgebieten Mailand — Turin — Genua zu gewährleisten. Die Schweiz würde somit gewissermaßen die Drehachse des zukünftigen Austausches zwischen nördlicher Wärme- und südlicher Wasserkraft werden, ein Ziel, das aufs innigste zu wünschen ist. Ob und wann der Optimismus des Herrn Lorenz Verwirklichung finden wird, wird von der wirtschaftlichen Entwicklung und dem daraus sich ergebenden Strombedarf abhängen.

W. Ringwald, Rheinfelden (Baden).

Die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung Schanghais. — Die erst vor kurzem beendeten schweren Kämpfe der Japaner und Chinesen in und um Schanghai haben das Interesse auch auf die Versorgung dieses wichtigen Handelsplatzes mit elektrischer Arbeit gelenkt. Es wird befriedigt durch eine Denkschrift des Generaldirektors C. S. Taylor der Shanghai Power Co., der wir nach Auszügen der englischen Fachpresse folgende Angaben entnehmen: 1879 erschien der erste Stromerzeuger in Schanghai, ein 7 kW-Generator von Siemens, der bei einer öffentlichen Festbeleuchtung zu Ehren des amerikanischen Expräsidenten Grant und dann im Elektrizitätswerk Chapoo Road Verwendung fand. Letzteres kam 1882 ebenso wie die örtlichen Privilegien der Brush Co. of Cleveland (Ohio) in den Besitz der damals gegründeten Shanghai Electric Co., deren Vermögen später der Gemeinderat der internationalen Niederlassung erwarb. 1895 begann ein neues Kraftwerk am Hongkew Creek in Fearon Road mit 200 kW Belastung seine Tätigkeit und erhielt 1907 den ersten nach China gebrachten Dampfturbosatz,

[1] Wirtschaft und Siedlung im Rheinwald. Von W. Oswald. Teil I von Wirtschaft und Siedlung im Rheinwald, ihre Schädigung durch die projektierten Stauseen und die Wiederherstellung durch Realersatz, Nr. 43 der Schriften der Schweizerischen Vereinigung für Innenkolonisation und industrielle Landwirtschaft, Zürich. Mit Abb., X u. 158 S. in 8°.

[2] Die wirtschaftstörenden Einflüsse der projektierten Stauseeanlagen im Rheinwald und die Realersatzfrage. Von Dr. H. Bernhard. Teil 2 u. 3 von Wirtschaft und Siedlung im Rheinwald, ihre Schädigung durch die projektierten Stauseen und die Wiederherstellung durch Realersatz. Nr. 44 der Schriften der Schweizerischen Vereinigung für Innenkolonisation und industrielle Landwirtschaft, Zürich. Mit Abb., 3 Karten und 85 S. in 8°.

[3] Beiträge zur Nutzbarmachung der Hinterrhein-Wasserkräfte. Teil 1: Allgemeines; 2: Die wirtschaftliche Bedeutung; 3: Die Staubeckenanlagen; 4: Wirtschaft und Siedlung im Rheinwald, ihre Schädigung durch die projektierten Stauseen und die Wiederherstellung durch Realersatz; 5: Das Projekt von 1930/31. Von Ing. G. Lorenz (Teil 4 von H. Bernhard). Mit zahlreichen Abb. und 86 S. in 8°. Zu beziehen durch Schweiz. Vereinigung für Innenkolonisation und industrielle Landwirtschaft, Zürich 1932.

eine 800 kW-Parsonsmaschine mit Bruce-Peebles-Wechselstromerzeuger und rd. 3 kg/kWh Kohlenverbrauch. Der Bedarf an Elektrizität — 1882 war den Chinesen die Benutzung elektrischen Lichtes noch verboten — stieg schnell und führte 1913 zur Inbetriebsetzung der Riverside-Zentrale mit zwei AEG-Maschinen von je 2000 kW, einer Anlage, die 1929 an die Shanghai Power Co. überging, z. Z. 161 000 kW leisten kann und bis Ende 1933 auf 201 000 kW gebracht werden soll. Man hat sie in fünf Gruppen (sections) geteilt, von denen die ersten drei als A-Werk, die vierte und eine im Bau befindliche fünfte als B-Werk bezeichnet werden. Ersteres arbeitet mit Einzylinderturbinen (1500 U/min), 14 at und 315 ° C Dampftemperatur, während im B-Werk Zweizylinder-Tandemmaschinen (3000 U/min) mit 25 at und 370 ° C laufen. Als Feuerungsmaterial — im B-Werk wird Staubkohle verwendet — dienen chinesische sowie japanische Kohlen und indochinesischer Anthrazit mit einem Heizwert zwischen 2515 und 3020 kcal. Außer den schon erwähnten beiden AEG-Turbinen verfügt die Zentrale über weitere sieben amerikanischen (International General Electric Co.) und englischen Ursprungs, die alle mit 1500 U/min gefahren werden, sowie über fünf Sätze, deren Umlaufszahl 3000 beträgt. Sämtliche Generatoren liefern Drehstrom von 50 Hz, 6,6 kV, der teils mit dieser Spannung, teils unter 22 kV Umspannwerken zugeführt und schließlich durch ein 350 V-Vierleiterverteilungsnetz an die Kleinabnehmer abgegeben wird. Elektrizitätswirtschaftlich hat sich die Versorgung Schanghais folgendermaßen entwickelt:

Jahr	Werksleistung kW	Anschlußwert kW	Zahl der Abnehmer	Absatz Mill kWh
1901	500	654	250	0,569
1911	6 000	9 349	3 900	8,300
1921	84 600	72 120	26 897	204,866
1931	161 000	225 000	64 000	600,000 [1]

[1] geschätzt.

Die Höchstbelastung stellte sich anfangs 1932 auf 128 000 kW, der Kohlenverbrauch 1931 auf 0,55 Mill t. Der Jahresbelastungsfaktor wird zu annähernd 65 % angegeben. (Electrician Bd. 108, S. 325.) *fm.*

AUS LETZTER ZEIT.

Berliner Elektrizitäts-Union. — Die Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG. (BEWAG) hat bekanntlich im vorigen Jahr ihre gesamten Anlagen in eine gemischtwirtschaftliche Gesellschaft, die Berliner Kraft und Licht-AG., eingebracht, von deren Aktienkapital von 240 Mill RM 160 Mill RM als Inhaberaktien zur Zeichnung aufgelegt wurden, während die restlichen 80 Mill RM (mit doppeltem Stimmrecht) als Namensaktien von der Stadt Berlin (38 Mill RM), der dem Reich gehörenden Elektrowerke AG. (21 Mill RM) und der Preußische Elektrizitäts-AG. (21 Mill RM) übernommen wurden. Diese drei Gesellschafter hatten wegen der durch sie vertretenen öffentlichen Interessen, deren Wahrung gerade in einer stark mit ausländischem Privatkapital durchsetzten Gesellschaft von besonderer Bedeutung erschien, schon zur Zeit der Gründung der BKL. einen Konsortialvertrag miteinander geschlossen, der sich sowohl auf grundsätzliche Fragen (vorherige Verständigungsversuche in Zweifelsfällen) als auch auf praktische Fragen (z. B. Besetzung des Aufsichtsrats) bezog. Es war von vornherein geplant gewesen, diesen Zusammenschluß auch nach außen zu dokumentieren, u. zw. dergestalt, daß die drei Partner der öffentlichen Hand ihren gesamten Aktienbesitz in eine Holdinggesellschaft einbrachten. Dieser Plan ist jetzt durch die Gründung der Berliner Elektrizitäts-Union verwirklicht worden. An deren Gesellschaftskapital von 80 Mill RM sind die drei Partner in gleicher Weise beteiligt wie vorher am Aktienkapital der BKL. Die Parität der Gesellschafter ist dadurch gewahrt, daß jeder von ihnen einen Geschäftsführer bestellt und die Gesellschaft nur durch diese 3 Geschäftsführer gemeinsam vertreten werden kann. Durch diese gesellschaftsmäßige Zusammenfassung ist Vorsorge getroffen, daß vor jeder wichtigen Entscheidung der BKL. eine Verständigung innerhalb der drei Partner erfolgt, damit die Geschäftsführung der Elektrizitäts-Union entsprechend abstimmen kann; für den Fall divergierender Meinungen sind besondere Möglichkeiten vorgesehen. Als weiterer Vorteil für die Beteiligten ergibt sich, daß der Elektrizitäts-Union, da sie mehr als 25 % des Aktienkapitals der BKL. besitzt, das Schachtelprivileg nach dem Körperschaftssteuergesetz zusteht. *lb.*

Erhöhung der Belegschaft bei der Elektrowerke AG. — Beim Kraftwerk Zschornewitz wurde eine Erweiterung der Belegschaft vorgenommen. Weitere Einstellungen sollen dort sowie auf der Grube Golpa folgen. Auch der freiwillige Arbeitsdienst soll eingesetzt werden. Bei diesen Maßnahmen, wodurch etwa 300 ··· 350 Mann dem Arbeitsprozeß wieder zugeführt werden, handelt es sich um zusätzliche Arbeiten, so daß auch die verarbeitende Industrie durch Vergebung entsprechender Aufträge daraus Nutzen zieht.

Projekt eines Düna-Kraftwerks. — Die von der lettländischen Regierung zwecks Aufnahme von Projektierungsarbeiten für den Bau eines Düna-Kraftwerks in der Nähe von Riga geführten Verhandlungen hatten das Ergebnis, daß der Ministerrat ein Abkommen mit der amerikanischen Foundation Co. tätigte, obgleich das von der Elektrizitäts AG. vorm. W. Lahmeyer & Co. eingereichte Angebot keineswegs ungünstiger war; der Beschluß des Ministerrats muß allerdings noch vom Sejm genehmigt werden. Die Bauausführung dieses Projekts selbst hängt davon ab, ob es möglich sein wird, die Mittel für die Finanzierung zu beschaffen.

Aus der Tschechoslowakei. — In dem Wettbewerb um die Entwürfe von Untergrundbahnen in Prag war derjenige der Skodawerke preisgekrönt worden. Das Projekt bildete kürzlich den Gegenstand eines Vortrages im Ingenieurhaus Prag. Es berücksichtigt trotz Anlehnung an ausländische Muster die besonderen Erfordernisse des Prager Straßenverkehrs und trägt dem Bevölkerungszuwachs Prags in den nächsten Jahrzehnten Rechnung. Es sind im ganzen 3 Bahnstrecken vorgesehen, die sich in einem Dreieck Můstek—Museum—Masarykbahnhof kreuzen. Den hohen Baukosten stehen geringe Betriebskosten gegenüber. Man rechnet mit der Eröffnung der ersten Linie Bahnhof Libeň—Můstek—Smichover Bahnhof zum 1. I. 1936.

Das Arbeitsministerium hat dem Landesamt den Auftrag gegeben, das schon aus der Zeit vor dem Kriege vorliegende Projekt eines Talsperrenbaus in Salnau im Böhmerwald umzuarbeiten. Das alte Projekt, dessen Kostenaufwand mit 4½ Mill K berechnet war, stieß bei seiner Verwirklichung auf finanzielle Schwierigkeiten, bis es schließlich durch den Krieg endgültig vereitelt worden zu sein schien. Nunmehr ist der Gedanke einer Böhmerwald-Talsperre neuerlich aufgenommen worden, und man rechnet damit, ihn aus den Mitteln des Wasserwirtschaftsfonds in einer Reihe von Jahren durchführen zu können.

Im Rahmen der beabsichtigten Elektrisierung von Nebenbahnen hat die Staatsbahnverwaltung vor kurzer Zeit auf der Strecke zwischen Teplitz-Schönau und Leitmeritz Versuche mit elektrischen Triebwagen durchgeführt. Die Versuche sind befriedigend ausgefallen, so daß in nächster Zeit ein regelmäßiger Triebwagenverkehr auf diesen Strecken eingeführt werden dürfte.

Elektrisierung der brasilianischen Zentralbahn. — Die provisorische brasilianische Bundesregierung hat wegen der aufständischen Bewegung in Sao Paulo die Frist für die Einreichung von Angeboten betr. Elektrisierung der brasilianischen Zentralbahn bis zum 15. XII. d. J. verlängert.

Einweihung des Grimselkraftwerks Oberhasli. — Das bereits in der ETZ beschriebene Grimselkraftwerk Oberhasli[1] wurde nach einer Bauzeit von 7 Jahren Anfang Oktober d. J. in Betrieb genommen.

Ausbau der Rhône. — Die kürzlich mit einem Aktienkapital von 40 Mill RM[2] gegründete Compagnie Générale du Rhône, an der auch einige südfranzösische Eisenbahngesellschaften und auch große Pariser Elektrizitätsgesellschaften beteiligt sind, wird den sofortigen Ausbau der Rhône als Kraftquelle und Großschiffahrtsweg in Angriff nehmen. Mit dem ersten Bauabschnitt wird sofort begonnen werden. Damit dürfte das Schicksal des elsässischen Rhein-Seitenkanals, gegen dessen Ausbau auch Bedenken aus militärstrategischen Gründen laut geworden sind, endgültig entschieden sein[3].

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 955.
[2] 1 RM = 6 Fr.
[3] Vgl. ETZ 1932, S. 1131.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Jahresbeitrag der inländischen Mitglieder für 1933.

Ermäßigung des Beitrags für persönliche Mitglieder von 30 RM auf 24 RM.

Der Mitgliedsbeitrag für das Jahr 1933 beträgt:

I. für *persönliche inländische* Mitglieder	24,— RM
für *Jungmitglieder*, die eine behördliche Studienbescheinigung für 1933 vorlegen	12,— „
II. für *korporative inländische* Mitglieder:	
1. Behörden, Schulen, wissenschaftl. Vereine usw.	36,— „
2. Sonstige körperschaftliche Mitglieder, städt. und staatl. Betriebe, auch Eltwerke, Privatfirmen, offene Handelsgesellschaften mit beschränkter Haftung, Aktiengesellschaften usw., die beschäftigen:	
a) bis 50 Angestellte und Arbeiter	50,— „
b) von 51 bis 100 Angestellte und Arbeiter	75,— „
c) von 101 bis 250 Angestellte und Arbeiter	120,— „
d) von 251 bis 500 Angestellte und Arbeiter	150,— „
e) von 501 bis 1000 Angestellte und Arbeiter	300,— „
f) von 1001 bis 2500 Angestellte und Arbeiter	450,— „
g) von 2501 bis 5000 Angestellte und Arbeiter	600,— „
h) von 5001 bis 10 000 Angestellte und Arbeiter	900,— „
i) von 10 001 bis 20 000 Angestellte und Arbeiter	1500,— „
k) über 20 000 Angestellte und Arbeiter	2400,— „.

Die Beiträge werden *recht bald* auf das Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein, Berlin Nr. 13 302 erbeten, da sonst die ordnungsmäßige Zustellung der ETZ über den 1. Januar 1933 hinaus nicht gewährleistet werden kann. Unsere ausländischen Mitglieder erhalten besondere Mitteilung.

Diejenigen Mitglieder, die Zahlungserleichterungen wünschen, werden gebeten, sich an die Geschäftstelle des Vereins zu wenden.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. *Schmidt*.

Einladung

zur Fachsitzung für Elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am Dienstag, dem 6. Dezember 1932, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Direktor *Hoffmann* über das Thema: „*Neue Wege der Fernsprech-Nebenstellen-Technik*".

Inhaltsangabe:

A. *Grundsätzliches über Nebenstellenanlagen.*
1. Die wirtschaftliche Bedeutung der Nebenstellen-Technik.
2. Der Einfluß der Bedingungen der Deutschen Reichspost auf die Entwicklung der Nebenstellen-Technik.
3. Vom Vieldraht- zum Zweidraht-System.
4. Die Rückfrageschaltung.
5. Die Bedingungen, die die vollkommene Nebenstellenanlage zu erfüllen hat.
6. Die Stromversorgung.
7. Das Leitungsnetz.

B. *Typische Privat-Nebenstellenanlagen.*
1. Kleinstanlagen.
2. Mittlere Anlagen.
3. Großanlagen.
4. Sondereinrichtungen.

C. *Die Pflege privater Nebenstellenanlagen.*
1. Der Störungsdienst.
2. Die Störungskurven.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gastkarten für durch Mitglieder einzuführende Gäste sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins erhältlich. *Ohne Karten kein Zutritt.*

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", in Berlin-Charlottenburg, Bismarckstraße 1.

Fachausschuß für Elektrisches Nachrichtenwesen.
Der Vorsitzende:
Arendt.

Besichtigung

Am Sonntag, dem 11. Dezember 1932, 10 Uhr vormittags, findet eine Besichtigung des 30/6 kV-Umspannwerkes Mauerstraße in Berlin W, Mauerstraße, statt.

Treffpunkt: Mauerstraße Nr. 80, neben dem Clou, im Hof des Abspannwerkes (Buchhändlerhof).

Die Teilnehmerzahl ist aus betrieblichen Gründen auf 60 beschränkt worden.

Die Genehmigung zur Besichtigung ist nur unter der ausdrücklichen Bedingung erteilt worden, daß die Besuchsteilnehmer auf alle Ansprüche gegenüber der Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG. und deren Angestellten verzichten, falls ihnen gelegentlich des Besuches des Kraftwerkes ein Unfall oder eine Sachbeschädigung zustoßen sollte. Die Beteiligung von Personen unter 16 Jahren ist nicht gestattet.

Die Beteiligung an der Besichtigung ist nur gegen Karten gestattet, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, *bis Freitag, den 9. Dezember*, mittags, erhältlich sind.

Um pünktliches Erscheinen wird gebeten.

Fachsitzung

für Elektromaschinenbau (EVM) am 8. Dezember 1931 in der Techn. Hochschule in Berlin.

Besprechung des Vortrags[1]

des Herrn Dr. Robert *Pohl*:

„Mechanische Probleme bei großen Turbogeneratoren".

Vorsitz: Herr Oberingenieur *Schüler*.

Nach Eröffnung der Sitzung hält Herr Obering. Dr. Robert *Pohl* (Chefelektriker der AEG) den mit großem Beifall aufgenommenen Vortrag, an den sich nachstehende Besprechung anschließt:

Herr **Kropff**: In der Frage der Verwendung von Kupfer oder Aluminium als Wickelmaterial für Läufer von Turbogeneratoren befinde ich mich in Übereinstimmung mit Herrn Dr. POHL. Meine Ansicht ist, daß man Aluminium bis zu gewissen Leistungen für die Wicklung von Läufern verwenden kann, und daß man Aluminium auch dann wird verwenden können, wenn es sich darum handelt, Turbogeneratoren zu bauen, die auf einen hohen Leistungsfaktor arbeiten. In den letzten Jahren ist in der Literatur vielfach die Meinung vertreten, daß für die Wicklung von

[1] ETZ 1932, S. 1099 u. 1151.

Turboläufern großer Leistungen das Aluminium dem Kupfer vorzuziehen ist[2].

Erst bei den großen Grenzleistungstypen, insbesondere bei 3000 U/min, bekommen wir die Schwierigkeiten, das erforderliche Aluminium in dem Läufer unterzubringen. Bei der Betrachtung muß natürlich eine induktive Last für den Generator vorausgesetzt werden; ebenso muß der Generator eine gewisse kapazitive Last abgeben können, etwa 40 % und mehr der Nennleistung des Generators. Es hat ja etwas Bestechendes, gerade bei den Grenzleistungsmaschinen Aluminium für die Läuferwicklung zu verwenden,

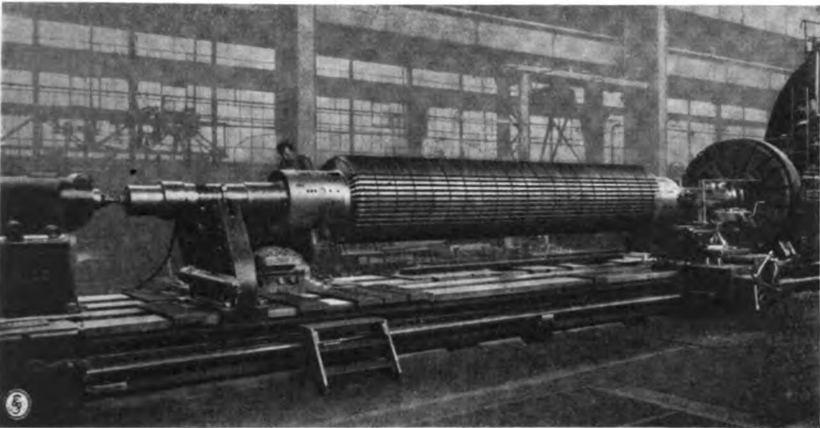


Abb. 1. Genuteter Läufer eines Turbogenerators SSW. 80000 kVA, $\cos\varphi = 0{,}75$, 1,5 kW, $n = 3000$.

da die Generatorleistungen immer mehr gesteigert werden und hiermit auch die mechanische Beanspruchung im Läufer wächst.

Ich möchte Ihnen zur Ergänzung der Ausführungen des Herrn Dr. POHL an einer großen Grenzleistungsmaschine kurz die Verhältnisse klarlegen, wenn Kupfer oder Aluminium für die Läuferwicklung verwendet wird. Es handelt sich um einen großen Turbogenerator für 80 000 kVA und 3000 U/min, der von den Siemens-Schuckertwerken gebaut worden ist, und der bereits das Prüffeld durchlaufen hat und hinsichtlich seiner thermischen Beanspruchung und auch seiner mechanischen Eigenschaften den Forderungen vollständig entsprochen hat. Der Durchmesser dieses Läufers ist 1000 mm, die Eisenlänge ist etwa 5000 mm, das Material ist Chromnickelstahl; es ist vergütet und hat eine Bruchfestigkeit von 73 kg und eine Streckgrenze von 55 kg/mm². Die Kerbfestigkeit ist 7 ··· 8 und die Dehnung 18 %. Das sind sehr günstige Werte für einen so großen Läufer. Die Wicklung des Läufers ist in Kupfer ausgeführt.

In Abb. 1 sehen Sie den genuteten Läufer auf der Drehbank. Er ist dreiteilig und besteht aus dem Mittelstück, dem eigentlichen Kern, den beiden Wellenstummeln, die angeflanscht sind. Es ist also möglich, den Ballen gut durchzuschmieden und dadurch eine gute Struktur des eigentlichen Körpers zu bekommen. Es soll an diesem Körper die Untersuchung vorgenommen werden. In Abb. 2 links ist die Ausführung in Kupfer dargestellt. Der Läuferdurchmesser ist 1000 mm, der Wellendurchmesser an der Zahnwurzel 710 mm. Es sind auf diesem Läufer 135 000 AW unterzubringen, u. zw. für eine induktive Belastung von 80 000 kVA und $\cos\varphi = 0{,}75$, 10 500 V. Der Querschnitt des gesamten Kupfers für alle bewickelten Nuten ist 97 000 mm², die Erregerenergie ist 121 kW für eine Erregung entsprechend 80 000 kVA und $\cos\varphi = 0{,}75$, 10 500 V. Als Erwärmung wurden 85 °C auf dem Prüfstande ermittelt.

Wie sieht es nun mit den mechanischen Beanspruchungen des Läuferkörpers aus? Bei dem Wellendurchmesser von 710 mm lesen wir aus der aufgestellten Kurve nach GRÜBLER eine Randbeanspruchung in der Wellenbohrung von 21 kg/mm² ab. Das ergibt eine 2,6fache Sicherheit bei der Nenndrehzahl, bezogen auf die Streckgrenze, und die 1,7fache Sicherheit bei Schleuderdrehzahl. Die kritische Drehzahl des Läufers ist 1200. Sie sehen also, daß dieser Läufer bei der Ausführung in Kupfer sowohl thermisch als auch mechanisch vollkommen in Ordnung ist.

Wie ändern sich nun die Verhältnisse bei Verwendung von Aluminium? Das geht aus der zweiten Darstellung auf dem Bilde hervor. Der Außendurchmesser ist der gleiche, 1000 mm. Wir haben wiederum dieselbe Anzahl Amperewindungen — 135 000 — auf den beiden Polen unterzubringen. Voraussetzung ist, daß der Läufer dieselbe kritische Drehzahl hat wie im Falle 1, also 1200. Dann ist es nur möglich, 115 000 mm² Aluminium in den bewickelten Nuten unterzubringen, das ergibt eine Erregerleistung von 187 kW bei induktiver Last. Umgerechnet auf Erwärmung bekommen wir eine Läufererwärmung von 135 °C, d. h. 45 ° mehr als die Verbandsnormalien zulassen. Die mechanischen Beanspruchungen liegen in zulässigen Grenzen. Also ist bei einwandfreien mechanischen Eigenschaften des Läufers die Erwärmung der Wicklung zu hoch. Die Läuferwicklung in Aluminium muß den verbandsnormalen Temperaturen genügen. Wir kommen dann zu der dritten Darstellung auf dem Bilde. Wieder der gleiche Durchmesser und die gleiche totale Amperewindungszahl. Voraussetzung ist nun, daß der Läufer dieselben Erregerverluste abführt wie bei der Ausführung in Kupfer, nämlich 121 kW. Dann sind auf diesen Läufer 160 000 mm² Aluminium aufzubringen. Nun kommt noch hinzu, daß bei der Vertiefung der Nuten durch die Verengung des Läuferjochquerschnittes mehr Amperewindungen verbraucht werden, und damit kommen wir zu dem Falle 4. Wir verbrauchen 145 000 AW total. Setzen

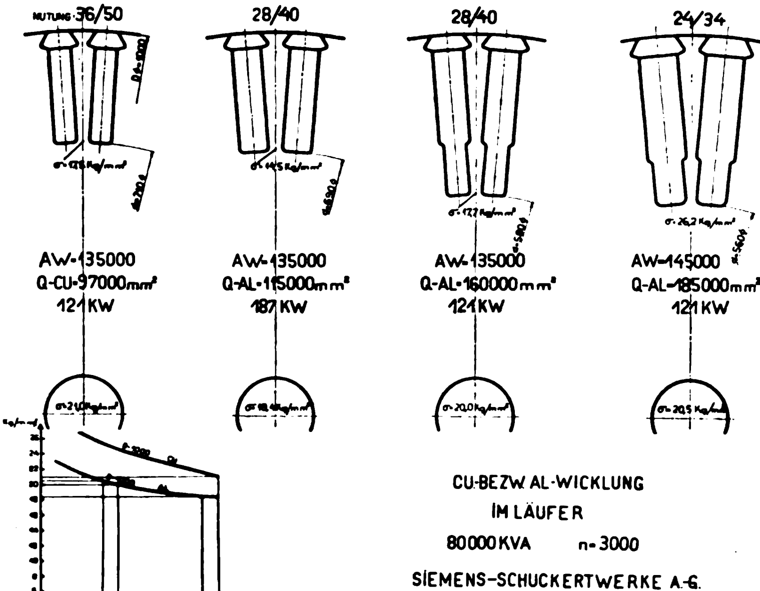


Abb. 2.

wir wieder dieselben Verluste wie im Falle 1, also 121 kW, voraus, dann hätten wir 185 000 mm² Aluminium unterzubringen. Nun sollte man annehmen, daß die Erwärmung des Läufers bei den gleichen Verlusten wie im Falle 1 dieselbe sein müßte. Mit Rücksicht auf die große Menge von Aluminium, die unterzubringen ist, muß die Nutung gröber als im Falle 1 gemacht werden. Im Falle 1 haben wir 36 Nuten und im Falle 4 hätten wir 24 Nuten zu bewickeln, d. h. es sind je Nut 50 % mehr Verluste als im Falle 1 abzuführen. Das Temperaturgefälle ist somit sehr stark angestiegen.

Die angeschriebenen mechanischen Beanspruchungen zeigen, daß die Zahnwurzelbeanspruchung weit über die

[2] S. H. Rickli, Neuere Entwicklung im Turbogeneratorenbau, 2. Weltkraftkonferenz 1930; s. R. Pohl u. E. Laßwitz, Grenzbedingungen für Generatoren, 2. Weltkraftkonferenz 1930.

zulässige hinausgeht. Die kritische Drehzahl ist auf 1000 gesunken. Auch werkstattechnisch sind große Bedenken in der Ausführung so langer dünner Zähne.

Nun wird des öfteren die Ansicht vertreten, daß eine gute Innenbelüftung des Läufers die erhöhten Verluste abführen könne. Woher soll die Innenbelüftung des Läufers kommen, wenn angenähert der doppelte Querschnitt an Aluminium in dem Läufer untergebracht werden muß? Es bleibt kein Querschnitt mehr für den Luftdurchtritt übrig. Auch ist der Vorschlag gemacht worden, die Aluminiumbeanspruchung bis auf 4 A/mm² heraufzutreiben, um damit einen gewissen Durchtrittsquerschnitt für die Luft zu gewinnen. Wenn wir das in diesem konkreten Fall durchführen wollen, dann hätten wir die 2,5fachen Verluste gegenüber Fall 1, und wir hätten vom Läufer ungefähr 300 kW abzuführen. Mit Unterstützung einer guten Innenbelüftung sind diese Verluste nicht mehr abzuführen. Es ist wohl möglich, durch Innenbelüftung etwa 15 % Erregerverluste abzuführen, wenn man die Außenbelüftung noch zur Wirksamkeit kommen lassen will.

Sie erkennen hieraus, welche Schwierigkeiten es macht, für große Induktoren Aluminiumwicklung zu verwenden. Es würde zu weit führen, für noch größere Läuferdurchmesser die Betrachtungen auszudehnen. Die vorzubringenden Einwendungen und Bedenken werden nicht behoben.

Herr **Lehr:** Gestatten Sie mir einige Worte zur Festigkeitsfrage! Herr Dr. POHL hat darauf hingewiesen, daß die Nutzanwendung der Dauerstandfestigkeit in der Praxis erhebliche Schwierigkeiten mache. Ich bin in der letzten Zeit wiederholt auf diese Schwierigkeiten aufmerksam geworden. Sie beruhen in erster Linie in der Begriffsbestimmung der Dauerstandfestigkeit, wie sie von den Werkstoffprüfern gegeben wurde. Diese deckt sich nicht mit dem Festigkeitswerte, den der Konstrukteur für seine Berechnungen braucht. Denn als Dauerstandfestigkeit wird diejenige r u h e n d e Beanspruchung definiert, die auf die Dauer gerade noch ertragen werden kann, ohne daß das betreffende Prüfstück zu Bruch geht; man hat dabei stillschweigend die Voraussetzung gemacht, daß das Prüfstück beliebig große plastische Dehnungen erleiden kann. Der Konstrukteur kann aber mit der Beanspruchung bei weitem nicht so hoch gehen. Er kann nicht zugeben, daß sich die Konstruktionsteile im Laufe des Betriebes um einen erheblichen Betrag plastisch dehnen; denn durch die Gestaltungsänderungen werden zusätzliche Spannungen und alle möglichen anderen Unzuträglichkeiten hervorgerufen. Auf dem Kongreß in Zürich wurde diese Frage ebenfalls erörtert, und man kam zu der Ansicht, daß es für den Konstrukteur nicht auf die Dauerstand f e s t i g k e i t — wobei ich das Wort „Festigkeit" betonen möchte — ankommt, die in Analogie zur „Bruchfestigkeit" steht, sondern auf eine Zahl, die wir als „Dauerstandelastizitätsgrenze" oder „Dauerstandfließgrenze" bezeichnen können. Darunter ist eine Beanspruchung zu verstehen, die gerade noch von dem betreffenden Prüfstück für beliebig lange Dauer ertragen wird, ohne daß der Prüfkörper bleibende Dehnungen erleidet, die größer als etwa 1 ‰ sind. Das ist eine Begriffsbestimmung, wie sie den Anforderungen des Konstrukteurs entspricht.

Die Schwierigkeiten, von denen ich sprach, haben sich besonders beim Bau von Hochdruckkesseln gezeigt. Dort hat man es ja mit verhältnismäßig hohen Temperaturen (etwa 450 °) zu tun. In diesem Falle liegt die Dauerstandfestigkeit schon ganz erheblich niedriger als die Bruchfestigkeit. Man hat bei derartigen Kesseln die Erfahrung gemacht, daß man die Dauerstandfließgrenze und damit die zulässige Beanspruchung nur etwa halb so hoch wählen kann wie die Dauerstandfestigkeit. Leider hat man seitens der Werkstoffprüfer in Deutschland bisher dieser Frage noch nicht die nötige Aufmerksamkeit gewidmet. In Zürich trug ein Franzose namens GALIBOURG über diese Frage vor. Er hat ein Verfahren ausgearbeitet, mit Hilfe dessen er die Dauerstandelastizitätsgrenze in kurzer Zeit glaubt mit befriedigender Genauigkeit feststellen zu können. Bei normalen Temperaturen dürfte bei Stahl die Dauerstandelastizitätsgrenze etwa 10 % unterhalb der Streckgrenze anzunehmen sein.

Nun zur B r u c h g e f a h r! Es war mir sehr interessant, aus dem Vortrag von Herrn Dr. POHL zu entnehmen, daß innere Spannungen nicht für die Brüche verantwortlich gemacht werden können. Wo ist die Ursache dann zu suchen? Ich vermute: in den Abrundungsecken der Zähne. Wir täuschen uns alle über den Spannungszustand und die Spannungserhöhungen an Querschnittübergängen. Die Formeln, die man dafür anwendet, haben bei der Nachprüfung durch Versuche gezeigt, daß sie um sehr erhebliche Beträge falsch sind. Ich erinnere z. B. an die Untersuchung von Hohlkehlen, wie sie ARMBRUSTER[3] im Laboratorium von Prof. A. FÖPPL in München durchgeführt hat. Er hat die Beanspruchungen, die er an Glasmodellen im polarisierten Licht ermittelte, zu den Beanspruchungen, die nach den Formeln errechnet wurden, in Vergleich gestellt. Dabei ergab sich, daß auch bei der schärfsten Kerbe, die er herstellen konnte, und die nur einen Rundungsradius von einigen hundertsteln Millimetern aufwies, eine etwa vierfache Spannungsüberhöhung nicht überschritten wurde, während die Formeln bei diesem Rundungsradius bereits Spannungsüberhöhungen von dem 10- bis 15fachen lieferten. In diesem Fall haben also die Formeln zuviel gezeigt. Aber auch der umgekehrte Fall kommt vor. Ich weiß nicht, ob Ihnen die Untersuchungen bekannt sind, die an der T. H. Aachen durchgeführt worden sind. Ich erinnere z. B. an eine Arbeit von MATHAR[4], die sich auf die Spannungsverteilung in geschlossenen Pleuelstangenköpfen bezieht. Während man nach der normalen Rechnung Spannungserhöhungen von etwa dem Zweifachen erhält, hat MATHAR festgestellt, daß an diesen Stellen Spannungserhöhungen von dem 5- bis 6fachen auftreten. Ähnliche Untersuchungen sind bei Bohrungen gemacht worden, in die Nieten eingreifen. Ich habe kürzlich in der Zeitschrift „Maschinenbau" näheres über diese Frage veröffentlicht[5]; dort ist auch die Literatur zusammengestellt.

Nun möchte ich fragen: hat man bereits eine dünne Scheibe von dem Querschnitt des Läufers bei einem den Betriebsverhältnissen entsprechenden Spannungszustand untersucht und festgestellt, welche Spannungserhöhungen an den Ecken der Nuten auftreten? Wenn das nicht der Fall ist, so möchte ich dringend raten, einmal solche Untersuchungen durchzuführen. Man kann sie natürlich nicht an der rotierenden Scheibe anstellen; aber es gibt ja Mittel und Wege, um die Scheibe im Ruhestand in den gleichen Spannungszustand zu versetzen, den sie im rotierenden System besitzt.

Nun noch eine Kleinigkeit! Herr Dr. POHL erwähnte zu Anfang ein Spannungsdiagramm, in dem die ruhende Vorspannung (Mittelspannung) als Abszisse und die Wechselbeanspruchung als Ordinate aufgetragen ist, und sagte, daß dieses Diagramm zuerst von HAIGH angegeben worden sei. Ich weiß nicht, ob Ihnen bekannt ist, daß diese Art der Darstellung auf einen Deutschen namens GERBER zurückgeht, und daß die Kurve in der Materialprüfung unter dem Namen „Gerberparabel" bekannt ist. Ich verweise z. B. auf den zusammenfassenden Bericht von MAILÄNDER[6]. Dann möchte ich noch darauf hinweisen, daß die zweite Art der Darstellung des Vorspanndiagramms zum erstenmal von einem Engländer SMITH im Jahre 1910[7] angewandt wurde, u. zw. bei Zug-Druck-Beanspruchung. Ich bedaure, daß gerade über dieses Diagramm, das wir in der Materialprüfung meist als Vorspanndiagramm schlechthin bezeichnen, sehr viel und mit großer Phantasie theoretisiert worden ist, daß aber sehr wenige exakte Messungen darüber vorliegen, sonst würde man nicht auf die abenteuerlichen Spitzen kommen, wie sie in der Literatur immer wieder auftauchen. Wer einmal an einer Prüfmaschine gestanden und dieses Diagramm z. B. auf Torsion aufgenommen hat, der kommt zu folgendem Ergebnis: Bis zu einer bestimmten ruhenden Spannung kann man den Stab durch Schwingungsbeanspruchung zu Bruch bringen. Überschreitet man aber eine bestimmte Grenze, so ist man in keiner Weise imstande, den Schwingungsbruch bei poliertem Probestab herbeizuführen, sondern wenn man die Vorspannung auf einem bestimmten Wert halten will und mit der Schwingungsbeanspruchung über einen gewissen Wert hinausgeht, so dehnt sich der Stab plastisch, die Vorspannung sinkt herab. Versucht man umgekehrt die Schwingungsbeanspruchung zu halten und stellt die Vorspannung nach, so dehnt sich der Prüfstab fortgesetzt plastisch. Man kommt nicht auf die gewünschte Spannung herauf, bis der Stab schließlich infolge der starken plastischen Verformung bricht. Ich habe in dem Aufsatz, den Dr. POHL erwähnt[8], betont, daß man infolgedessen bei diesem Dia-

[3] E. Armbruster, Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit auf den Spannungsverlauf und die Schwingungsfestigkeit. VDI-Verlag, Berlin 1931.
[4] Mathar, Über die Spannungsverteilung in Stangenköpfen. VDI-Forschungsheft Nr. 306, VDI-Verlag, Berlin 1928.
[5] Lehr, Meßgeräte für Dehnungsmessungen. Maschinenbau Bd. 10, S. 711 (1931).
[6] Mailänder, Ermüdungserscheinungen und Dauerversuche. Werkstoffausschußbericht des Vereins deutscher Eisenhüttenleute Nr. 38, Stahl u. Eisen Bd. 44, S. 585, 624, 657, 684, 719 (1924), vgl. insbes. S. 585.
[7] Smith, Experiments on fatigue of metals. Iron and Steel Institute 1910, II., S. 245, Stahl u. Eisen 1910, S. 1727.
[8] Lehr, Wege zu einer wirklichkeitsgetreuen Festigkeitsrechnung. Z. VDI Bd. 75, S. 1473 (1931).

gramm klar zwei Zonen unterscheiden müsse: eine Zone, innerhalb deren man das Material durch Schwingungsbeanspruchung zu Bruch bringen kann, und wo die Schwingungsbeanspruchung als Gefahrengrad maßgebend ist, und eine zweite Zone, in der die plastische Deformation maßgebend wird; hier kommen unzulässig große bleibende Verformungen zustande, bevor die Gefahr des Schwingungsbruchs auftritt. Dieser Sachverhalt ist leider bisher viel zu wenig beachtet worden. Bei Torsion tritt die Erscheinung besonders klar zutage. Bei Zug-Druck-Beanspruchung sind die Verhältnisse etwas gemildert, aber sie sind auch dort vorhanden.

Herr **Melchior:** Zu den Ausführungen von Herrn Dr. LEHR möchte ich gerade in diesem Kreise auf einen Punkt eingehen, weil er vielleicht mißverstanden werden könnte. Herr Dr. LEHR wies auf die Dauerstandfestigkeit und die Dauerfließgrenze hin. Die Dauer*fließ*grenze ist die größte statische Beanspruchung, unter deren noch so langer Einwirkung überhaupt keine plastische Formänderung eintritt oder wenigstens innerhalb bestimmter, sehr enger Grenzen bleibt, während eine Beanspruchung gleich der Dauer*stand*festigkeit im allgemeinen zunächst eine große plastische Formänderung bedingt, die aber im Laufe der Zeit gerade noch zur Ruhe kommt. Im Elektromaschinenbau, wo es sich nur um Konstruktionen handelt, die bei Temperaturen von Zimmertemperatur bis etwa 100 ° C beansprucht werden, ist die Dauerstandfestigkeit insofern gegenstandslos, als sie bei Stahl jenseits der Streckgrenze liegt. Jeder weiß, daß er sich bereits vor der Streckgrenze hüten muß. Die Dauerfließgrenze besonders zu bestimmen, erübrigt sich hier vollständig, weil jeder Stahl in dem Temperaturbereich, der für den Konstrukteur in Frage kommt, und noch darüber hinaus, nämlich tatsächlich bis zur Dauerstandfestigkeit, immer „steht", wenn er beansprucht wird, und nicht weiter fließt. Die Dauerfließgrenze fällt also hier praktisch mit der gewöhnlichen Streckgrenze zusammen. Bei Temperaturen über 300 ° C und auch bei Nichteisenmetallen liegt die Dauerfließgrenze aber unterhalb der Streckgrenze. Das ist also eine Schwierigkeit, die zwar für den Kesselbau und auch den Dampfturbinenbau besteht, nicht aber für den Elektromaschinenbau.

Herr **Greiner:** Ich möchte zu dem Diagramm Nr. 1 des Herrn Vortragenden eine Frage stellen. In diesem Diagramm war angegeben, daß sich die Schwingungsfestigkeit aus Dauerversuchen für eine Schwingungszahl von 1 Mill ermitteln lasse. Ich entsinne mich, vor nicht langer Zeit in der Literatur einen Bericht über Versuche gelesen zu haben, nach dem 1 Mill Wechsel nicht ausreichen, sondern daß man auf mindestens 10 Mill Wechsel gehen müsse, um die Schwingungsfestigkeit zu bestimmen. Ich möchte den Herrn Vortragenden fragen, ob ihm darüber vielleicht etwas bekannt ist, denn solche Probleme spielen für alle Apparate, die mit Dauerschwingungen zu tun haben, eine Rolle. Ich habe selbst an einem mechanischen Schwingungserzeuger die Erfahrung gemacht, daß 2 Mill Wechsel noch nicht ausreichten, sondern daß ich bis zu 5 und 6 Mill gehen mußte, um die tatsächliche Schwingungsfestigkeit zu ermitteln.

Dann möchte ich noch eine Frage zu dem zweiten Teil des Vortrages stellen, zu der zweifellos technisch einwandfreien Lösung der Verschiebbarkeit der Wickelköpfe. Wie steht es dabei jedoch mit den an die Wickelköpfe anschließenden Endteilen der Spulen, die im Eisen eingebettet liegen? Diese Teile müssen doch etwa 80 ··· 90 % der Verschiebung mitmachen, die die Wickelköpfe ausführen. Da die Größenordnung nach den Angaben von Dr. POHL bei etwa 10 mm liegen kann, und da diese Verschiebungen der Endteile unter erheblichem Druck unter der Vorspannung der Nutenverschlußkeile und außerdem im Isoliermaterial eingebettet erfolgen müssen, möchte ich fragen, ob für diese Verschiebungen keine Bedenken bestehen.

Vorsitzender: Der Herr Vortragende hat eine Ausführung der Läuferwicklung gezeigt, bei der der Querschnitt des Kupfers in den Wickelköpfen ein anderer war als in den Nuten. Es wäre interessant zu erfahren, wie diese Konstruktion ausgeführt wird. Es muß doch schwierig sein, das Kupfer mit wechselndem Querschnitt herzustellen. — Herr Dr. POHL hat uns dann einen Rotor mit „Parallelnuten" gezeigt (Abb. 14), bei dem infolge der guten Einbettung des Kupfers eine besonders günstige Beanspruchung erzielt wird. Diese Konstruktion wurde schon bei einem der ersten Turbogeneratoren verwendet. Ich glaube mich zu erinnern, im Jahre 1904 einen solchen Rotor von Westinghouse auf der Ausstellung in St. Louis gesehen zu haben. Demnach war man also schon damals auf dem richtigen Wege.

Vortragender: Ich danke zunächst Herrn KROPFF für seinen Beitrag, der bezüglich der Aluminiumwicklungen im wesentlichen das bestätigte, was ich ausführte. Um aber dem Aluminium ganz gerecht zu werden, hätte Herr KROPFF den Vergleich nicht nur für die im aktiven Teil liegende Wicklung durchführen, sondern, wie ich schon in meinen Ausführungen sagte, auch den Wickelkopf betrachten müssen, wo natürlich das Aluminium wesentlich besser abschneidet. Außerdem scheint mir auch der Vergleich für den aktiven Teil nicht ganz einwandfrei zu sein. Ich möchte doch der Aluminiumwicklung Gerechtigkeit widerfahren lassen —, nicht ganz einwandfrei deshalb, weil Herr KROPFF, wenn ich ihn richtig verstanden habe, zwei Induktoren in Kupfer und Aluminium mit gleichem Durchmesser verglichen hat. Es liegt aber doch so, daß ich bei einer Aluminiumwicklung den Durchmesser größer wählen darf. Davon abgesehen freue ich mich aber, daß Herr KROPFF in der Beurteilung der Aluminiumwicklung mit mir einig geht.

Ich danke weiter Herrn Dr. LEHR für seine Ausführungen, die uns sehr interessant waren. Seine Frage über die Messung der Kerbwirkungen an Nuten kann ich dahingehend beantworten, daß wir diese sowohl im polarisierten Licht als auch mit Gummiplatten bereits untersucht haben. Vielleicht hat Herr Dr. LEHR bemerkt, daß ich in meinem Vortrage gerade auch auf diesen Punkt hingewiesen habe. Ich zeigte Ihnen ein Bild eines vierpoligen Induktors mit Nuten und betonte, daß die Abrundungen mit besonders großem Radius ausgeführt worden seien.

Weiter war mir sehr interessant, daß mich Herr Dr. LEHR, der ja die Literatur über die Frage der Dauerfestigkeit wie vielleicht kein zweiter beherrscht, in der Frage des Ursprungs der verschiedenen Diagramme berichtigen konnte. Es stellt sich also heraus, daß das von mir als Haighdiagramm bezeichnete ein deutsches Diagramm ist und auf GERBER zurückgeht, während das Diagramm, das ich als das deutsche oder wenigstens in der deutschen Literatur vorherrschende bezeichnete, ursprünglich von einem Engländer entwickelt worden ist. Das Gesamtresultat contra England ist also ± 0.

Die zwei Zonen, die Herr Dr. LEHR anführte, von denen bei der einen die Dauerfestigkeit und bei der anderen die Streckgrenze entscheidend ist, entsprechen ja den zwei Zonen, die ich auch in meinem Diagramm unterschieden habe.

Zu der Frage, ob die Wechselfestigkeit schon nach 1 Mill Wechsel ermittelt werden kann, ist zu sagen, daß das bei dem von mir gezeigten Versuchsresultat gerade der Fall war, keineswegs aber allgemein gilt. Man nimmt ja neuerdings definitionsgemäß denjenigen Punkt, der sich nach 10 Mill Wechsel ergibt.

Dann wurde die Frage gestellt, wie sich die Axialbewegung der Spulen, die ich durch die Neukonstruktion erleichtern will, im aktiven Teil abspielt. Auf Grund der von uns ausgeführten Messungen ist festgestellt, daß die geradlinigen Spulenteile, u. zw. nicht nur die in der Nut liegenden, sondern auch die darüber hinausragenden, sich einwandfrei hin und her bewegen. Die Schwierigkeit besteht darin, daß die gekrümmten Teile nicht mitkommen. Die Verbesserung der Konstruktion muß sich also zum Ziel setzen, eine gleichmäßige Bewegung des gesamten Kopfes zu bewirken. Ich glaube, das haben wir erreicht.

Her SCHÜLER fragte zum Schluß noch, wie die Querschnittsänderung des Kupfers erreicht werde, die ich in einem Bild zeigte. Die Verminderung des Kupferquerschnittes im Kopf verglichen mit dem in der aktiven Länge kann auf zweierlei Weise erreicht werden. Bei großen Maschinen, von denen ich sprach, spielen die Kosten der Verminderung des Kupferquerschnitts im Verhältnis zu den Gesamtkosten der Maschine eine untergeordnete Rolle Einmal ist es also möglich, das Kupfer abzufräsen, oder wenn man es einfacher und billiger machen will, kann man das Ziel auch durchaus einwandfrei durch Auflöten — natürlich Hartlöten — von Kupferstreifen auf die aktive Länge erreichen.

Schließlich hat Herr SCHÜLER mit Recht darauf aufmerksam gemacht, daß die Konstruktion des Parallelnutinduktors, die ich zeigte, nichts Neues darstellt. Sie wird in letzter Zeit vielfach als Ljungström-Induktor bezeichnet. Aber auch die Firma Ganz & Co. benutzt diese Konstruktion schon seit vielen Jahren. Sie ist in der Tat vor mehr als 25 Jahren von der Westinghouse Co. entwickelt worden. Wenn ich nicht irre, ist LAMME ihr Erfinder. Ich erinnere mich, daß etwa 1908 in London in einem Vortrag über dieses Thema ähnliche Bilder gezeigt wurden. Ich habe ja auch diese Parallelnutkonstruktion keineswegs als etwas Neues oder vorzugsweise

Anzuwendendes zeigen wollen, sondern nur als eine der Möglichkeiten, die Wärmebewegung der Spulen zu unterbinden.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachungen.

Kommission für Freileitungen.

Die Kommission hat in ETZ 1932, S. 873 u. ff., einen Entwurf zu Änderungen und Ergänzungen an den

„Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V. S. F./1930

veröffentlicht.

Auf Grund von Einwänden, die gegen diesen Entwurf eingegangen waren, sind die nachstehend veröffentlichten Abänderungen an dem Entwurf vorgenommen worden.

Der Vorstand hat dem Entwurf und den nachstehend veröffentlichten Abänderungen dieses Entwurfes zugestimmt, so daß die Änderungen und Ergänzungen gegenüber dem in dem Sonderdruck VDE 0442, 4. Ausgabe Januar 1932, enthaltenen Wortlaut mit dem Tage der Veröffentlichung an dieser Stelle in Kraft treten.

Kommission für Fernmeldetechnik.

Die Kommission hat dem Vorstand zur Angleichung an Änderungen an den „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F./1930“ und die durch den bevollmächtigten Ausschuß 1932 verabschiedeten „Vorschriften für die Konstruktion und Prüfung von Netzstrom führenden Fernmeldegeräten V.F.G.N./1934“ die nachstehend veröffentlichten Änderungen an den

„Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V. E. F./1932“

vorgelegt.

Der Vorstand hat diesen Änderungen an den V.E.F./1932 mit der Maßgabe zugestimmt, daß diese Änderungen mit dem Tage ihrer Veröffentlichung an dieser Stelle in Kraft treten.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Kommission für Freileitungen.

Änderungen an den „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen V.S.F./1930“.

III. Freileitungen für Nennspannungen von 1 kV und darüber.

A. Leitungen.

§ 6.

Beschaffenheit der Leitungsdrähte und Leitungsseile. Mindestquerschnitte.

Die Vorschrift c) wird durch folgenden Zusatz erweitert:

„Eindrähtige Kupfer- und Bronzeleitungen sind nur bis zu einem Höchstquerschnitt von 16 mm² zulässig.“

§ 7.

Zulässige Zugspannungen.

In Tafel I werden die Grenzspannweiten für Stahlaluminium aus Spalte 7 gestrichen. In einer neuen Fußnote 4 wird gesagt:

„[4] Die Grenzspannweiten für Stahlaluminium werden später nachgetragen.“

§ 8.

Durchhang.

Der erste Satz der Vorschrift b) erhält folgende geänderte Fassung:

„b) Bei der Berechnung des Durchhanges kommt zum Gewicht der Leitung eine Belastung durch Eisbehang, Rauhreif, Schnee oder Wind.“

In Tafel II werden in Spalte 5 der Wert 16 für Stahlaluminium und die zugehörende Fußnote [4] gestrichen.

C. Gestänge.

1. Allgemeines.

§ 17.

Belastungsannahmen.

Unter d) treten bei Tafel III folgende Änderungen ein:

Unter Ziffer 2 erhält der unter β) stehende Unterabschnitt in Spalte 2 folgenden geänderten Wortlaut:

„β) Wie 1 β).“

Der bisher unter β) stehende Wortlaut erhält jetzt den Kennbuchstaben γ).

Unter Ziffer 3 erhält der unter β) stehende Unterabschnitt in Spalte 2 folgenden geänderten Wortlaut:

„β) Wie 1 β).“

Der bisher unter β) stehende Wortlaut erhält jetzt den Kennbuchstaben γ).

Unter Ziffer 4 erhält der unter β) stehende Unterabschnitt in Spalte 2 folgenden geänderten Wortlaut:

„β) Wie 2 γ).“

Unter Ziffer 7 erhalten die beiden Absätze in Spalte 2 folgenden Wortlaut:

„Die größte Mittelkraft aus den Kräften bei Normalbelastung, die sich aus dem Verwendungszweck des Mastes für die einzelnen Leitungen ergeben, und gleichzeitig Winddruck auf Mast und Kopfausrüstung in Richtung dieser Mittelkraft.

Der bei Ermittlung der einzelnen Kräfte bei Normalbelastung vorgeschriebene Winddruck auf Mast und Kopfausrüstung braucht nicht berücksichtigt zu werden.“

2. Holzmaste.

§ 21.

Festigkeitsberechnung.

Die Vorschrift b) wird, wie folgt, geändert:

„b) Für einfache Tragmaste kann die Zopfstärke Z in cm nach folgender Näherungsformel berechnet werden:

$$Z = 0{,}65\,H + k\sqrt{a\,\Sigma d}.“$$

In der anschließenden Zeichenerklärung tritt folgende Änderung ein:

„Σd = Summe der Durchmesser d aller an dem Mast verlegten Leitungen in mm,“.

3. Stahlmaste.

§ 23.

Allgemeines.

Die Vorschrift g) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„g) Für sämtliche Bauteile sind Anschlußniete unter 13 mm Durchmesser des geschlagenen Nietes und für Flach- und Winkeleisen Stahlstärken unter 4 mm, außerdem Schenkelbreiten unter 35 mm und Flacheisen unter 30 mm Breite unzulässig, sofern sie durch einen Niet geschwächt sind.“

6. Fundierung der Maste.

§ 28.

Berechnung der Fundierung.

Die Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Block- und Plattenfundamente sind nach Fröhlich „Beitrag zur Berechnung von Mastfundamenten“ (Verlag von W. Ernst & Sohn, Berlin) zu berechnen. Außerdem sind die inneren Spannungen zu berücksichtigen bei außergewöhnlich großen Fundamenten, bei Fundamenten für Rohr- und Betonmaste sowie bei Fundamenten mit Fußplatten, bei denen die Auskragungen der Fußplatte größer als ihre Stärke sind. Abmessungen von Fundamenten, deren Berechnung in der Arbeit

von Fröhlich nicht angegeben ist, sind nach einem anderen geeigneten Verfahren zu ermitteln, besonders auch dann, wenn die Fundamente nicht allseitig von gutem Boden umgeben sind, z. B. nach Mohr, Sulzberger („Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereines" 1924, Hefte 5 und 7; 1925, Heft 10; 1927, Heft 6); Kleinlogel („Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens" 1928, Heft 295)."

§ 30.

Mastfüße.

Die in Entwurf 1 in ETZ 1932, S. 877, erwähnte Fassung betrifft nicht die Vorschrift c), sondern die Vorschrift a).

D. Besondere Bestimmungen.

§ 32.

Kreuzungen und Parallelführungen.

In der Vorschrift b), zweiter Absatz, wird die Ziffer 2, wie folgt, geändert:

„2. Einfach- oder Doppel-Holzmaste dürfen zur Erzielung größerer Standfestigkeit nur mit besonderen Erdfüßen verwendet werden."

In der Vorschrift b), zweiter Absatz, wird in Ziffern 4 und 10 das Wort „Schutzarmaturen" geändert in „Lichtbogen-Schutzarmaturen".

In der Vorschrift d), zweiter Absatz, werden unter Ziffer 1, erster Absatz; Ziffer 2, dritter Absatz; Ziffer 4, zweiter Absatz; Ziffer 5, dritter Absatz, die Worte „. . . oder bei Leitungsbruch in den Nachbarfeldern . . ." geändert in „. . . oder bei Leitungsbruch in einem Nachbarfeld . . ."

§ 33.

Erhöhte Sicherheit.

In der Vorschrift c) wird in dem zweiten Absatz von Ziffer 2 das Wort „Schutzarmaturen" geändert in „Lichtbogen-Schutzarmaturen".

IV. Freileitungen für Nennspannungen unter 1 kV.

§ 36.

Sonderbestimmungen.

Die Vorschrift r) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„r) Zu § 27 f): Mastanker sind, wenn irgend angängig, zu vermeiden. Kann von ihrer Verwendung nicht abgesehen werden, so sind sie über Reichhöhe mit Abspannisolatoren für die volle Nennspannung zu versehen."

Kommission für Fernmeldetechnik.

Änderungen
an den
„Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen V.E.F./1932".

B. Stromversorgung.

§ 10.

Netzanschluß.

Die Vorschrift a) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„a) Die unmittelbare Stromversorgung von Fernmeldegeräten aus Starkstromnetzen ist nur zulässig, wenn alle Zuleitungen zu den Geräten den V.E.S. 1. und die Geräte selbst den V.F.G.N. entsprechen (ausgenommen sind die Fernmeldeanlagen der Deutschen Reichspost und der Deutschen Reichsbahn sowie der von dieser beaufsichtigten Bahnen)."

E. Beschaffenheit und Verlegung der Leitungen.

§ 19.

Freileitungen.

Der erste Absatz der Vorschrift i) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„i) Bunde. Bindedraht und etwaige Beilagen müssen aus einem Werkstoff bestehen, der keinen Korrosionen unterworfen ist und der in Verbindung mit der Leitung keine elektrolytische Zerstörung einleitet. Die Leitungen sind an den Bunden gegen Scheuern und Einschneiden zu schützen."

Der vierte Absatz der Vorschrift k) erhält folgenden geänderten Wortlaut:

„Fernmeldeleitungen dürfen am gleichen Gestänge nicht oberhalb der Starkstromleitungen verlegt werden. Dieses gilt nicht für selbsttragende Luftkabel."

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Chemnitz. 8. XII. 1932, abds. 7½ h, Staatl. Akademie für Technik, Hörsaal 354: Hauptversammlung mit Filmvortrag von Dr. Eger, „Die Raffination und Metallgewinnung auf elektrolytischem Wege in der Großindustrie".

Elektrotechn. Gesellschaft Halle. 8. XII. 1932, abds. 8¼ h, Bierhaus Engelhardt: Lichtbildervortrag Dr.-Ing. Stelling, „Außergewöhnl. Fördermittel und Personenschwebebahnen beim Bau und Betrieb der neuen Pyrenäen-Kraftwerke".

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 6. XII. 1932, abds. 8 h, Hörsaal 42 des El. Inst. der T. H.: Lichtbildervortrag Dr. J. Fischer, „Neues auf dem Gebiete der Galvanotechnik und des Korrosionsschutzes".

Ostdeutscher Elektrotechn. Verein, Königsberg. 5. XII. 1932, abds. 8 h, Hörsaal des I. Phys. Inst. der Universität, Steindamm 6: Vortrag Dipl.-Ing. Kafka, „Neuerungen im Bau und in der Anwendung von Trocken-Gleichrichtern".

Elektrotechn. Verein Leipzig. 2. XII. 1932, abds. 8 h, Gesellschaftshaus „Tunnel", Roßstr. 8: Filmvortrag Dr. Meyer, „Das Nordlicht".

Elektrotechn. Verein des Berg. Landes, Wuppertal-Elberfeld. 6. XII. 1932, abds. 8 h, Hotel Union, Wuppertal-Elberfeld, Schloßbleiche: Generalversammlung. a) Geschäftsbericht, b) Neuwahl, c) Techn. Berichte aus der Praxis.

Brennkrafttechn. Gesellschaft, Berlin. 8. XII. 1932, vorm. 10 h, Flugverbandhaus, Berlin W 35, Blumeshof 17: 15. Hauptversamml. mit 4 Vorträgen. Auskunft erteilt die Geschäftstelle: Berlin W 9, Potsdamer Straße 19.

Deutsche Maschinentechn. Gesellschaft, Berlin. 6. XII. 1932, nachm. 5 h, gr. Saal des Ingenieurhauses, Berlin, Friedrich-Ebert-Str. 27: Bericht des techn. Ausschusses über das Ergebnis der diesjähr. Beuth-Aufgabe, „Anwendung der Schweißung bei Eisenbahnfahrzeugen und Teile der maschinellen Bahnrüstung".

Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure und Außeninstitut der Technischen Hochschule. 8. und 15. XII. 1932, abds. 6½ bis 8 h, T. H. Hauptgebäude, alter Physikhörsaal: Vortrag Dr. E. Diesel, „Die Kulturprobleme im Gefolge der Technik". 2 Doppelstunden 2 RM. Kartenbestellungen für die Vortragsreihe, nicht für Einzelvorträge, sind an das Ingenieurhaus, Friedrich-Ebert-Str. 27, zu richten.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

G. B. Pirelli †. Am 20. Oktober d. J. starb im 85. Lebensjahre Giovanni Battista Pirelli, der Begründer der italienischen Gummi- und Kabelindustrie. Geboren 1848 in Varenna (Comosee), studierte er in Pavia Mathematik



G. B. Pirelli †.

und absolvierte 1870 das Polytechnikum Mailand. Eine Prämie ermöglichte ihm eine Europareise, die er dazu benutzte, die Gummiindustrie zu studieren. Durch Gründung einer bescheidenen Fabrik, „Pirelli & C.", schuf er dann die Basis für den Pirelli-Konzern (heute 26 Fabriken in Italien und Ausland). 1880 wandte er sich auch der Herstellung von Kupferdrähten zu, was 1886 zum Bau eines Kabelwerks führte. Bei Spezia errichtete er

eine Fabrik für Unterseekabel, die bald über einen eigenen Kabeldampfer verfügte. Auch die Linoleumindustrie wurde von ihm in Italien eingeführt. Pirelli stand im öffentlichen Leben, war zeitweise Deputierter und wurde 1909 zum Senator ernannt. Sein Lebenswerk wird von drei Söhnen fortgeführt, von denen Alberto, als Minister ohne Portefeuille, internationalen Ruf als Wirtschaftspolitiker genießt. *Rtz.*

Auszeichnungen. — Waldemar Borgquist, Oberdirektor bei der Kgl. Wasserfalldirektion Stockholm, wurde von der Universität Upsala anläßlich des Gustav-Adolf-Jubiläums zum Ehrendoktor ernannt.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Anwendung des Sphäro-Prinzips im Pumpenbau.

In ETZ 1932, S. 658, befindet sich ein Referat unter der Überschrift: Anwendung des Sphäro-Prinzips im Pumpenbau. In diesem Aufsatz wird ausgeführt, daß es A. WICHA war, der das Sphäro-Prinzip zuerst im Pumpenbau anwandte. Diese Bemerkung stimmt mit den Tatsachen nicht überein. In der Patentliteratur wird bereits im Jahre 1888 ein deutsches Reichspatent Nr. 44 217 angeführt, welches den Gedanken der Sphäropumpe als Grundlage hat. In den folgenden Jahren wie 1895, 1905, 1912 wurde eine weitere Reihe von Patenten in Deutschland, England und Frankreich erteilt, die alle Anwendungen des Sphäro-Prinzips behandelten. Das englische Patent Nr. 3439 vom Jahre 1895 zeigt bereits eine Pumpenausführung, welche der in der ETZ veröffentlichten Abbildung sehr ähnlich ist. Es kann sich also nicht um die Einführung eines neuen Prinzips im Pumpenbau handeln, sondern nur um eine Wiederausgrabung einer bereits bekannten Idee.

Die angegebenen Leistungen der Pumpe sowie der Wirkungsgrad und die erforderliche Antriebsarbeit können mit der abgebildeten Ausführung nur erreicht werden, wenn Saug- und Druckhöhe sehr klein sind. Durch eine Reihe von Versuchen mit solchen Pumpen konnte ich feststellen, daß bei zunehmender Saug- und Druckhöhe die Leistungen ganz erheblich abfielen.

Überdies wird das Prinzip seit Jahrzehnten zur Messung von Gas und Wasser verwendet.

Dresden, 6. VIII. 1932. Karl Pape.

Erwiderung.

Auf Grund der Ausführungen des Herrn PAPE zu der in der Zeitschrift ETZ 1932, Seite 658 angeführten Abhandlung über Sphaero-Pumpen, erwidere ich folgendes.

Es ist nicht richtig, daß in der Patentliteratur Gedanken, wie der von mir konstruktiv entwickelte, bereits bekannt waren, denn die verschiedenen Konstruktionen, welche durch Patente im In- und Ausland geschützt sind, sind abweichend von der Sphaero-Konstruktion. Bei den von Herrn PAPE angeführten Patentschriften handelt es sich um Drehkolbenmaschinen, bei denen eine auf einer rotierenden Welle schrägsitzende Scheibe an der Umfangsdrehung durch Schlitzführung des Rollkolbens auf einer feststehenden Querwand verhindert. Bei dieser Anordnung treten in den Endlagen der schrägen Scheibe große Beschleunigungskräfte auf, die durch die geradlinige Führung der schrägen Scheibe hervorgerufen werden. Um nun diese Beschleunigungskräfte zu reduzieren, wird bei der Sphaero-Konstruktion der Rollkolben (die schräge Scheibe) nicht in einer Graden geführt, sondern die Führungsbahn des Rollkolbens ist bei der Sphaero-Konstruktion schleifenförmig, d. h. ein Punkt des Rollkolbens legt bei der Wellendrehung eine achtförmige, lemniskatenähnliche Bahn zurück. Durch diese Rollkolbenbewegung wird die Geschwindigkeit eines Massenelementes von diesen, in den Endlagen nicht Null, sondern bleibt ungefähr konstant, doch anders gerichtet. Durch diese Einrichtung kann der Rollkolben mit beliebiger Drehzahl angetrieben werden, da das Auftreten von Beschleunigungskräften verhindert wird. Diese Kolbenführung wird dadurch erreicht, daß die Führungswand drehbar um eine Achse, die senkrecht zur Wellenachse und im Zentrum der schrägen Scheibe liegt. Ein weiterer Nachteil der bereits bekannten Konstruktionen mit feststehender Führungswand ist der, daß der Rollkolben nur eine lineare Berührung mit dieser besitzt und durch das aufzunehmende Drehmoment an dieser Stelle hohe spezifische Belastungen auftreten, die einen großen Verschleiß im Führungschlitz des Rollkolbens hervorrufen. Bei dem drehbeweglichen Widerlager nach der Sphaero-Konstruktion liegt der Rollkolben mit großer Fläche an dem drehbaren Widerlager auf, so daß die spezifischen Auflagerdrücke klein werden und ein betriebsicheres Arbeiten mit der Maschine ermöglicht wird. Weiter führt Herr PAPE in seinem Schreiben aus, daß nur kleine Saug- und Druckhöhen mit der Sphaero-Pumpe zu erreichen sind. Herr PAPE hat seinerzeit nach eigenen Konstruktionsangaben das Sphaero-Prinzip zu verbessern gesucht und einige Pumpen danach gebaut. Nun habe ich diese verfehlten Ideen beizeiten erkannt und auf meinen Konstruktionen bestanden. Das Resultat ist, daß wir mit Hilfe der Sphaero-Pumpen Saughöhen bis 9,8 m und Druckhöhen von 200 m und noch mehr anstandslos erreichen. Daß natürlich bei diesen Saughöhen von 9,8 m die Förderleistung der Pumpe abfallen muß, ist jedem Pumpenfachmann klar. Der volumetrische Wirkungsgrad sinkt bei den größten Druckhöhen höchstens auf 0,75.

Dresden, 31. X. 1932. Alois Wicha.

LITERATUR.

Besprechungen.

Lichtbogen-Stromrichter für sehr hohe Spannungen und Leistungen. Von Prof. Dr.-Ing. Erwin Marx. Mit 103 Abb. i. Text, VI u. 167 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 17 RM, geb. 18,50 RM.

Die vorliegende Monographie berichtet über Arbeiten, die in den letzten Jahren im Braunschweiger Hochspannungsinstitut unter Leitung von Prof. Marx durchgeführt wurden, zu dem Zweck, den elektrischen Lichtbogen zu einem Ventil für hohe Spannungen und hohe Ströme zu machen[1]. Es kann gleich von vornherein vorweggenommen werden, daß diese Absicht mit einem vollen Erfolg geendet hat, insofern es gelungen ist, mit Versuchsapparaturen in der durchlässigen Halbwelle bis zu 200 A durch die Lichtbogenkammer zu schicken und in der undurchlässigen Periode Sperrspannungen von 130 kV zu erreichen. Bei Mehrphasenbetrieb entspricht dies einer Durchgangsleistung der Kammer von etwa 10 000 kW. Diese Zahlen sind aber keineswegs obere Grenzwerte, sondern lassen sich durch geeignete Kombinationen noch auf ein Vielfaches steigern. Der große technische Erfolg liegt in der Methode der sicheren und raschen Lichtbogenlöschung und der damit erreichbaren hohen Sperrspannung, so daß dieses Ventil zur Gleichrichtung oder Wechselrichtung hoher Übertragungspannungen benutzbar ist. Das Problem der Möglichkeit hochgespannter Gleichstromübertragung großer Leistung erscheint dadurch in ganz neuem Licht und in den Bereich wirtschaftlicher Möglichkeit gerückt. Und wenn der Verfasser in der Einleitung schreibt: „Die Großübertragung elektrischer Energie mit Gleichstrom von beliebig hoher Spannung ist nunmehr mit einfachen Mitteln durchführbar“ und „Mit Lichtbogenstromrichtern sind auch alle anderen Umformungen von Spannungen möglich, die bisher wegen des gleichzeitigen Auftretens von hohen Spannungen und starken Strömen nicht erfolgen konnten“, so kann man ihm auf Grund seiner erstaunlichen Versuchsresultate nur beipflichten. Im letzten Abschnitt des Buches kommt der Verfasser auf die praktischen Anwendungen des Lichtbogengleichrichters zu sprechen, und man wird ihm beistimmen müssen, daß durch die Verbilligung der Übertragungskosten der Elektrizitätsversorgung durch die Einführung des Lichtbogenstromrichters noch ganz ungeahnte Entwicklungsmöglichkeiten erwachsen können.

Man kann den Verfasser zu diesem großen Erfolg nur beglückwünschen, um so mehr, als dieser Erfolg das Ergebnis zielsicherer Arbeit mehrerer Jahre bedeutet. Denn mit der Erzeugung sehr hoher Spannungen der verschiedensten Form und mit Gleichrichtungsfragen bei hohen Spannungen hat sich E. Marx schon seit langem befaßt. Das jetzige Ergebnis ist systematisch aus diesen Arbeiten im Laufe der Zeit erwachsen. Dies ist besonders schön aus dem Buch zu ersehen.

Es zerfällt in zwei Hauptteile. Der erste Teil bringt die allgemeinen wissenschaftlichen Grundlagen für den Lichtbogenbetrieb, der zweite dann die praktische Durchbildung des Lichtbogen-Stromrichters.

Der erste Teil behandelt zunächst die Einleitung eines Lichtbogens durch den Durchschlag der Luft, dann die Vorgänge während der Lichtbogendauer und schließlich die Lichtbogenlöschung. Dieser Teil gibt eine kurze

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 737.

sehr gute Darstellung der technisch wichtigen Lichtbogenerscheinungen, soweit sie für das vorliegende Problem in Frage kommen, insbesondere des Hochspannungslichtbogens in Luft zwischen Metallelektroden, aufgebaut zum Teil auf Arbeiten des Verfassers und seiner Mitarbeiter und unter sehr eingehender Benutzung der schon vorhandenen Forschungsarbeiten. Viel neues und wertvolles Tatsachenmaterial ist zu einem einheitlichen Bilde verarbeitet worden.

Der zweite Teil befaßt sich zunächst mit der praktischen Entwicklung des Lichtbogenventils, mit Untersuchungen über die künstliche Zündung von Lichtbögen sowie mit der Ausarbeitung von Prüfschaltungen für Lichtbogenstromrichter. Schließlich wird die praktisch brauchbare Form der Lichtbogenkammer beschrieben, und es werden die damit ausgeführten Versuche, die Vorausberechnung, die Verluste und der Wirkungsgrad angegeben.

Die praktisch schließlich erreichte beste Form besteht aus einem Hartpapierzylinder mit zwei metallischen Stirnflächen, an denen die beiden Metallelektroden im Innern befestigt sind. Diese Elektroden sind axial durchbohrt. Durch Öffnungen der Stirnflächen der Kammer wird Preßluft ins Innere der Kammer geblasen, die dann durch die düsenförmigen axialen Öffnungen der Elektroden nach beiden Seiten aus der Kammer austritt. Der Überschlagsfunke setzt auf dem ringartigen Teil der Elektroden rund um die Düsenöffnung herum ein. Im Innern der Elektroden befinden sich Magnetwicklungen, die den Lichtbogen zur Rotation um die Achse der Kammer zwingen. Dies geschieht, um den Abbrand der Elektroden gering zu halten. Außerdem besitzen die Elektroden eine Umlaufskühlung. Durch den gemeinsamen Einfluß von Luftbewegung und Magnetfeld beschreiben die Lichtbogenfußpunkte spiralförmige Wege nach innen auf der Elektrodenoberfläche. In der Nähe des Stromnullpunktes kommen die Lichtbogenfußpunkte in die Nähe der eigentlichen Ausströmöffnung der Luft durch die Elektroden. Die Fußpunkte wurden dann mit sehr großer Geschwindigkeit aus dem Gebiet hoher elektrischer Feldstärke herausgerissen. Es entsteht dadurch und durch die nachströmende Frischluft sehr rasch eine sehr hohe Rückzündspannung, so daß auch bei sehr hohen entstehenden Spannungen in entgegengesetzter Richtung keine Rückzündungen entstehen. Das Ventil sperrt. Der Lichtbogen brennt bei einigen Atmosphären Überdruck. Der erzielte Wirkungsgrad ist sehr gut. In der darauffolgenden Halbperiode ist das Ventil stromlos, da die Betriebspannung kleiner ist als die Überschlagspannung der Elektroden. Die Einleitung des Lichtbogens in der „durchlässigen" Periode erfolgt durch eine besondere Zündapparatur, einen Teslakreis oder einen Stoßkreis, deren Zündstoß relativ zur Betriebswechselspannung zeitlich beliebig eingestellt werden kann. Dem Zündfunken folgt der durch die Betriebspannung erzeugte Lichtbogen. Die sehr vielen interessanten Fragen, die bei der Formgebung der Kammer und beim Betrieb auftraten, können hier nicht im einzelnen besprochen werden.

Das Problem der raschen Löschung eines Lichtbogens tritt ja auch beim Schalter auf und ist dort in der verschiedensten Form gelöst werden. Beim Stromrichter kommt hinzu, daß der eigentliche Stromvorgang so wenig wie möglich gestört werden soll, und die Löschmittel sollen erst kurz vor dem Nulldurchgang des Stromes in Tätigkeit treten. Dieses Löschen muß aber auch mit unbedingter Sicherheit eintreten. Um diese Löschwirkung zu erreichen, wurde von den Erfahrungen an Druckluftschaltern ausgegangen, und es ergab sich als wichtigste Erkenntnis, daß es für eine zuverlässige Löschung in allererster Linie auf eine hohe Luftgeschwindigkeit an und in der Nähe der Elektrodenfußpunkte des Lichtbogens ankommt. Eine Löschwirkung soll aber erst kurz vor dem Nulldurchgang des Stromes plötzlich und kräftig einsetzen. Diese Überlegungen führten zur Konstruktion des beschriebenen Gefäßes, bei dem der Bogen nach der Zündung zunächst nur wenig, später aber sehr rasch verlängert wird. Der Lichtbogen wurde schließlich gerade beim Nulldurchgang des Stromes aus den Elektrodenöffnungen nach außen geblasen. Eine unnötige Verlängerung des Bogens während der Betriebsperiode ist auch wegen der Wärmeverluste und des Wirkungsgrades sehr unerwünscht. Der Abbrand der Elektroden ergab sich bei einigen orientierenden Versuchen als sehr unbedeutend. Selbst bei 1000 A zeigten sich noch keine Schmelzperlen auf den Elektroden.

Praktisch mit am interessantesten sind oszillographische Versuchskurven einer dreiphasigen und sechsphasigen Drehstromgleichrichtung in verschiedenen Schaltungen und einer Umformung von Gleichstrom in Mehrphasenstrom.

Einen sehr wichtigen Teil bei Mehrphasenbetrieb stellen die Zündanordnungen dar, von deren richtigem Arbeiten der Betrieb sehr stark abhängt. Die Lichtbogenkammern erfordern wie die Quecksilberdampf-Gleichrichter ohne Dauererregung eine gewisse Mindeststrombelastung, weil sich sonst die Lichtbogen nicht zünden und aufrechterhalten lassen. Da bei Verwendung der Lichtbogenkammern getrennte Anoden und Kathoden in gleicher Zahl vorhanden sind, ist man in der Wahl der Schaltung völlig frei. Besonders bei Mehrphasenanordnungen ist es wegen der Kurvenformen und der Ausnutzung der Transformatoren sehr wichtig, daß die Zündung des Bogens sehr präzis erfolgt, d. h. die Leistung der Zündanlage darf nicht zu klein sein. Die von der Zündanlage erzeugte Spannung muß mindestens in der Größe der Überschlagsspannung der Elektroden liegen, und diese ist beim Gleichrichterbetrieb bei 1,5-facher Sicherheit je nach Schaltung das 1,5- ··· 3-fache der erzeugten Gleichspannung. Der wirtschaftliche und betriebsichere Bau solcher Zündanlagen wird für die Einführung der Stromrichter in großem Maßstabe von großer Bedeutung sein. Natürlich konnten die in der Entwicklungszeit der Kammer angestellten Versuche bei weitem nicht alle nötigen Fragen klären. Der Verfasser gibt deshalb auf S. 138 noch in Stichworten ein Programm dessen, was noch systematisch zu untersuchen ist, insbesondere auch der Hochspannungslichtbogen selbst, um auch zur Mitarbeit an anderen Stellen anzureizen.

Die Aufgabe, die sich der Verfasser gestellt hat, nämlich ein Ventil für Hochspannung zu schaffen, das an sich für diese Spannung undurchlässig ist, und dessen Durchlässigkeit in einer Periode dadurch erzeugt wird, daß mit einem Zündfunken der Betriebslichtbogen eingeleitet wird, der dann beim Nulldurchgang des Stromes ausgeblasen wird, ist hervorragend gelöst worden.

Aus der Schilderung des Inhalts folgt wohl, daß es gar nicht nötig ist, das Buch von E. Marx noch besonders zu empfehlen. Es birgt so viel des Neuen und Interessanten für jeden Elektrotechniker, daß wohl in kurzer Zeit die Auflage vergriffen sein dürfte. Darüber hinaus kann man nur mit dem Verfasser hoffen, und begründet hoffen, daß seine Arbeiten dazu beitragen möchten, durch Verbesserung und Verbilligung der Fernübertragung der Elektrizität das Wirtschaftsleben zu heben und wenigstens einem kleinen Teil der Millionen von Arbeitslosen wieder Brot und Arbeit zu geben.

W. O. Schumann.

Wirtschaftliche Energieverteilung in Drehstromkabelnetzen. Von Dr.-Ing. W. Speidel. Mit 17 Abb., XI u. 113 S. in gr. 8°. Verlag R. Oldenbourg, München u. Berlin 1932. Preis geh. 7 RM.

In dem vorliegenden Buch gibt der Verfasser eine Methode an, mit welcher die wirtschaftliche Gestaltung von städtischen Kabelverteilungsnetzen bestimmt werden kann. Er geht dabei von der Tatsache aus, daß der Kleinverkaufspreis elektrischer Arbeit heute in der Hauptsache durch die Kosten der Energieverteilungsanlagen bestimmt wird. Soll eine Senkung der Preise erreicht werden, so müssen deshalb bei der Energieverteilung wirtschaftliche Erwägungen unbedingt so lange im Vordergrund stehen, als nicht technische Gründe die wirtschaftliche Ausführung verhindern.

Ausgehend von einer genauen Behandlung der Anlage- und Betriebskosten von Transformatorstationen und Drehstromkabeln, die dem projektierenden Ingenieur einen wertvollen Überblick über die Kostenfrage verschafft, werden die Bedingungen für die flächenhafte Energieverteilung ermittelt. Zur Erreichung größter Wirtschaftlichkeit dient hierbei die Anwendung eines wirtschaftlichen Leitungsquerschnittes, einer wirtschaftlichen Übertragungspannung und einer günstigsten Zahl von Transformatorstationen. Die wirtschaftlichen Vorteile einer Überlagerung von Netzen verschiedener Spannung werden vom Verfasser durch die Behandlung des Zwei- und Dreispannungsnetzes dargelegt. Um möglichst allgemein gültige Erkenntnisse zu sammeln, werden die Fragen nach der wirtschaftlichen Gestaltung der Kabelnetze sowohl für quadratisch als auch rechteckig aufgebaute Versorgungsgebiete unter bestimmten Voraussetzungen beantwortet und die Beeinflussung der erhaltenen Ergebnisse überprüft, die sich durch Änderung der Annahmen ergeben. Mit dem so in geschickter Weise aufgebauten Rechnungsgang gelingt es dem Verfasser u. a., die Fragen nach dem Einfluß der Belastungsdichte, der Ausdehnung des Netzes usw. auf die wirtschaftliche Ausgestaltung der Netze einer Klä-

rung zuzuführen und Anregungen für die wirtschaftliche konstruktive Ausbildung von Unterstationsausrüstungen abzuleiten.

Der Ausbildung industrieller Energieverteilungsanlagen ist ein besonderes Kapitel gewidmet, in dem der Verfasser für die Projektierung bisher wenig veröffentlichte Angaben über grundlegende Rechnungswerte zusammengestellt hat und in dem ferner der besondere Einfluß industrieller Verbraucher auf die Wahl der Verteilerspannungen behandelt wird.

Die einheitliche Darstellung der für die Auslegung von Drehstromkabelnetzen maßgebenden wirtschaftlichen Gesichtspunkte verleiht der Arbeit ihren besonderen Wert. Der Verfasser hat es verstanden, den Einfluß der außerordentlich großen Zahl von Faktoren, welche bei einer zweckmäßigen Lösung zu berücksichtigen sind, klar herauszuarbeiten. Das Buch ist deshalb als Wegweiser für die Planung und Beurteilung von Netzen sehr zu begrüßen und sollte von jedem, der sich mit der Ausgestaltung von Energieverteilungsanlagen zu beschäftigen hat, gelesen werden. W. v. Mangoldt.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Die deutsche Elektroindustrie im 3. Vierteljahr 1932[1]. — Auch im 3. Vierteljahr ist nach den Mitteilungen der Industrie- und Handelskammer zu Berlin die rückläufige Bewegung der Geschäftstätigkeit in der deutschen Elektroindustrie im allgemeinen noch nicht zum Stillstand gekommen. Auf einzelnen Teilgebieten sowohl der Starkstrom- als auch der Schwachstromtechnik wurden die niedrigen Umsatzziffern des vorangegangenen Berichtsvierteljahres noch wesentlich unterschritten. Auch der Eingang an neuen Bestellungen nahm teilweise weiter ab. Infolge der unzureichenden Beschäftigung waren weitere Betriebseinschränkungen unerläßlich. Die privaten Abnehmerkreise des Inlandes waren infolge der allgemeinen Wirtschaftsdepression außerstande, Aufträge nennenswerten Ausmaßes zu erteilen. Auch die öffentliche Hand, vor allem die Reichsbahn, die Reichspost und die Kommunalverwaltungen, die auf wichtigen Gebieten der elektrotechnischen Erzeugung als Hauptabnehmer in Frage kommen, haben keine Aufträge solchen Ausmaßes vergeben, daß dadurch eine merkbare Belebung der Geschäftstätigkeit ausgelöst werden konnte. Soweit in einzelnen Geschäftszweigen, wie z. B. beim Vertrieb wärmetechnischer Meßinstrumente, eine — wenn auch nur geringfügige — Erholung wahrzunehmen war, wäre es doch verfrüht, danach eine anhaltende Aufwärtsbewegung zu erwarten, zumal die Nachfrage nach sonstigen elektrischen Meßinstrumenten abnahm. Im Auslandsgeschäft, sowohl nach europäischen Ländern als auch nach Übersee, haben sich im Berichtszeitraum die Absatzmöglichkeiten erneut verschlechtert. In einer Reihe ausländischer Staaten wurde die Einfuhrabwehr noch verschärft. Infolge der Zollerhöhungen, Einfuhrkontingentierungen, Devisenreglementierungen und anderen die Wareneinfuhr erschwerenden Maßnahmen sowie infolge der Verschärfung des Wettbewerbs auf dem Weltmarkt und der Kredit- und Währungschwierigkeiten bleiben die meisten Auslandsmärkte deutschen elektrotechnischen Erzeugnissen nahezu ganz verschlossen. Eine geringe Belebung des Auslandsgeschäftes auf wenigen Sondergebieten (z. B. im Feuermelderwesen) reichte keineswegs aus, um den Ausfuhrrückgang der übrigen Zweige der Elektroindustrie auszugleichen. Die gesamte Ausfuhr deutscher elektrotechnischer Erzeugnisse ist im Monatsdurchschnitt des letzten Vierteljahres auf rd. 23 Mill. RM gegenüber 42 Mill. RM im gleichen Zeitraum des Vorjahres, also um 45 % zurückgegangen. Gegenüber dem zweiten Vierteljahr 1932 betrug der Rückgang des dritten Vierteljahres annähernd 15 %. Im Rußlandgeschäft stehen die ungünstigen Zahlungsbedingungen und die verschlechterten innerrussischen Verhältnisse einer Besserung der Geschäftslage entgegen. Auch der an sich günstige Umstand, daß auf Grund eines neuen zu Beginn der Berichtszeit abgeschlossenen deutsch-russischen Abkommens das Reich wieder eine Ausfallbürgschaft für Rußland (wenn auch nur in Höhe von 60 % und nur im Rahmen von aus früheren Bürgschaftsanträgen freigewordenen Beträgen) übernommen hat, läßt eine baldige belebende Wirkung auf die gesamte Geschäftslage nicht erwarten. —

Englands elektrotechnischer Außenhandel[2]. — Auch im August 1932 ist die Einfuhr gegen den Vormonat gewachsen; sie betrug 4,417 Mill RM[3] und die Zunahme nach dem neuen Pfundkurs von 13,85 RM rd. 0,230 Mill RM oder 5 %. Am stärksten war letztere bei Schwachstromapparaten, wo sie 0,554 Mill RM ausmachte. Ein Vergleich mit dem Parallelmonat von 1931 ergibt dagegen einen Rückgang um 2,966 Mill RM, der alle Warengruppen betraf, besonders isoliertes Leitungsmaterial (— 0,612 Mill RM). Die Ausfuhr war mit 9,905 Mill RM um 0,413 Mill RM bzw. 4 % schwächer als im Juli, sie weist u. a. eine Abnahme um 0,697 Mill RM bei Generatoren sowie nicht dem Bahnbetrieb dienenden Motoren auf. Gegenüber dem August 1931 stellte sich die Verringerung auf 0,922 Mill RM; für die vorgenannten Maschinen ergibt die Statistik eine Senkung um 1,054 Mill RM, während der Export nicht weiter spezifierter Maschinen sich um 0,607 Mill RM erhöhen konnte. In den abgelaufenen acht Monaten hat die Einfuhr 27,572 Mill RM, die Ausfuhr 25,912 Mill RM gegen die gleiche Periode des Vorjahres eingebüßt. (Electr. Rev., Lond., Bd. 111, S. 403.) *fm*

Aus der Glühlampenindustrie. — Die Produktion der deutschen Glühlampenindustrie, die schon im Jahre 1930/31 um mehr als 10 % zurückging, hat im Jahre 1931/32, wie das Statistische Jahrbuch für das Deutsche Reich 1932 angibt, einen neuen und noch stärkeren Rückschlag erfahren. Während sich die Produktion von Metallfadenglühlampen von 84,59 auf 63,70 Mill Stück verringerte, erhöhte sich die Einfuhr von 6,83 auf 7,37 Mill Stück. Die Zahl der im Inland hergestellten und versteuerten, also auch im Inland verbrauchten Glühlampen hat sich von 56,73 auf 47,37 Mill Stück vermindert. Nach diesen Zahlen ergibt sich für Deutschland ein Glühlampenverbrauch von 54,74 Mill Stück 1931/32 gegenüber 63,56 Mill i. V. und 70,26 Mill im Jahre 1929/30. Der Auslandsabsatz ging in wesentlich stärkerem Ausmaß zurück als das Inlandsgeschäft. Die Zahl der ausgeführten Glühlampen verminderte sich von 33,23 Mill Stück 1929/30 und 27,82 Mill 1930/31 auf 16,63 Mill im Jahre 1931/32. Infolge der stärkeren Produktionseinschränkung sank der Bestand an vorrätigen Glühlampen von 5,47 Mill Stück am 1. April 1931 auf 4,82 Mill am 1. April 1932.

Herstellung und Auslandsentwicklung der Metallfaden-Glühlampen.

Rechnungsjahr	Angaben in Mill Stück: Produktion	hiervon im Inland verbraucht	vom Ausland eingeführt	deutscher Gesamtverbrauch	Ausfuhr
1913/14	92,76	32,32	0,77	33,09	54,63
1926/27	76,31	51,23	4,29	55,52	22,78
1927/28	93,97	63,16	5,55	68,71	28,35
1928/29	98,69	65,67	5,26	70,93	33,45
1929/30	94,75	63,88	6,38	70,26	33,23
1930/31	84,59	56,73	6,83	63,56	27,82
1931/32	63,70	47,37	7,37	54,74	16,63

Die Produktions- und Verbrauchsziffern, die sich für das Vorkriegsjahr auf den ehemaligen Umfang des Deutschen Reichs beziehen, umfassen auch die nur geringfügige Zahl der Nernstbrenner (Produktion 1913/14 82 237 Stück).

Im Gegensatz zu den Metallfaden-Glühlampen erfuhr die Herstellung von Leuchtröhren auch im Jahre 1931/32 noch einen weiteren Aufschwung. Nach der deutschen Statistik entwickelten sich Herstellung und Ausfuhr von Leuchtröhren folgendermaßen:

Herstellung und Ausfuhr von Leuchtröhren.

Rechnungsjahr	Herstellung		Inländischer Verbrauch		Ausfuhr
	in Stück	in Meter	in Stück	in Meter	in Stück
1927/28	2 029	298	1 848	279	174
1928/29	13 316	1 112	12 652	1 023	1 137
1929/30	13 624	1 301	51 485	1 343	1 903
1930/31	16 259	1 934	25 398	1 792	2 457
1931/32	17 626	3 810	20 591	3 813	3 495

Im Gegensatz zum Glühlampengeschäft hat sich die Außenhandelsentwicklung auf dem Leuchtröhrengebiet in den letzten beiden Jahren recht günstig entwickelt. Die Einfuhr ging von 39 799 Stück 1929/30 auf 11 599 Stück 1930/31 und 6666 Stück 1931/32 zurück. Infolge des verringerten Verbrauchs belief sich der Ertrag der Leuchtmittelsteuer auf Metallfadenlampen im Jahre 1931/32 nur auf 8,18 Mill RM gegenüber 10,44 Mill 1930/31 und 13,49 Mill 1929/30. *A. Fr.*

Abschluß des Heftes: 25. November 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

[1] Vgl. ETZ 1931, S. 1371; 1932, S. 880.
[2] Vgl. ETZ 1931, S. 1264; 1932, S. 1072.
[3] 1 RM = z. Z. 0,072 £.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Elektrisch beheizter Wanderanlaßofen.

Mitteilung der AEG.

Zu den von der AEG an eine Kraftwagenfabrik gelieferten elektrischen Öfen gehört u. a. der in Abb. 1 gezeigte Wanderofen. In diesem werden die verschiedenartigsten Kraftwagenteile angelassen, nachdem sie zementiert und anschließend in einer Waschmaschine unter Brausen mit heißem Wasser von anhaftenden Rückständen des Zementationsmittels gereinigt worden sind. Mit 90 kW-Anschlußwert kann der Ofen eine Stundenleistung von etwa 570 kg Nutzgewicht bei einer Höchsttemperatur von 235° erreichen.

Der Ofen besteht aus einem einfachen, auf starken Füßen ruhenden Eisenblechmantel, der mit Wärmeschutzsteinen ausgemauert ist, wobei in der Ofendecke mehrere Entlüftungsöffnungen vorgesehen wurden. Von der bei dieser Temperatur sonst üblichen Bauweise, die Öfen mit einem doppelten Eisenblechmantel, zwischen dessen beiden Wänden ein Wärmeschutzpulver eingefüllt wird, zu umgeben, hat man also keinen Gebrauch gemacht. Die Heizkörperrahmen sind vielmehr direkt an den Wärmeschutzsteinen befestigt. Der Ofen benötigt kein Fundament, sondern steht unmittelbar auf dem Werkstattboden und kann so gegebenenfalls im Fabrikraum versetzt werden.

Das Gut wird von einem an der Innenseite der Ofendecke befestigten Conveyor durch den Nutzraum des Ofens befördert. Anlaßzeit, Form, Art und stündlich anfallende Zahl der Stücke sowie die festliegende Fördergeschwindigkeit des Conveyors hätten einen Ofen von 23,2 m einfacher Tunnellänge erfordert. Ein derartiger Ofen hätte sich jedoch nicht in das Fabrikationsprogramm einordnen lassen. Die durch den allgemeinen Arbeitsgang der Fabrik bedingte Verteilung der übrigen Maschinen gab den erforderlichen Platz in der Längsrichtung nicht her, sondern nur in der Breite. Außerdem ließ sie auch eine so weite Entfernung zwischen Eintritts- und Austrittsöffnung nicht zu, da die anzulassenden Teile an der gleichen Stelle ankamen, von der auch die fertig angelassenen weitergeleitet werden mußten. So wurde der Ofen gemäß dem in Abb. 2 gezeigten Grundriß ausgeführt, der einen Innenraum von 5700 mm Länge, 2700 mm Breite bei 830 mm Höhe ergab. Die Teile hängen in Körben oder an Haken an dem erwähnten Conveyor und wandern mit diesem an vier Umlenkrädern vorbei so durch den Ofen, daß sie in die auf Abb. 1 links erkennbare Öffnung ein- und aus der unmittelbar daneben liegenden rechten Öffnung wieder austreten.

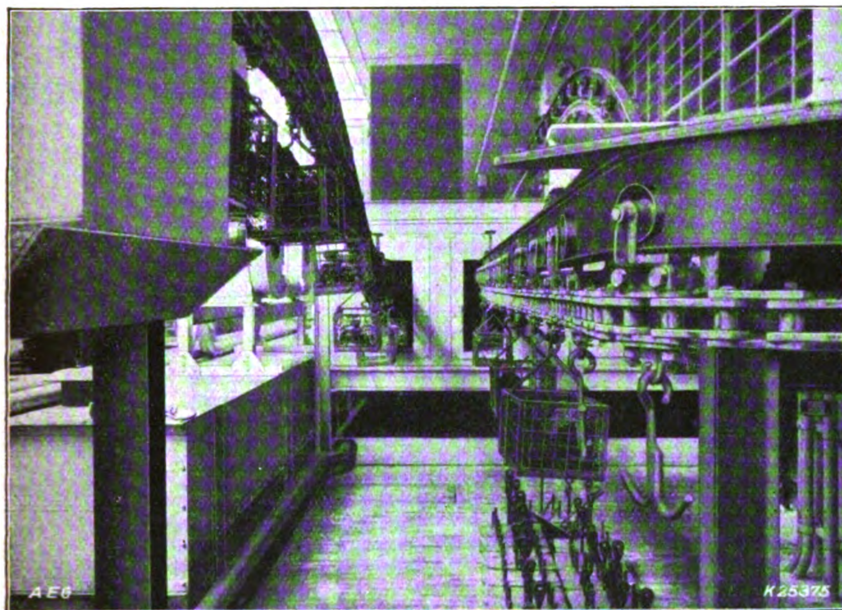


Abb. 1. Vorderseite des Wanderanlaßofens.

Um die Vorteile eines langgestreckten Kanalofens, in dem jede Temperaturverteilung und vor allem ein gleichmäßig ansteigender und gleichmäßig abfallender Temperaturverlauf eingestellt werden können, bei dieser Ofenausführung nicht zu verlieren, ist der Innenraum durch Zwischenwände so unterteilt, daß sich praktisch die gleiche Wirkung wie bei einem fortlaufenden Kanal ergibt. Zwischen Ein- und Austrittsöffnung, von denen

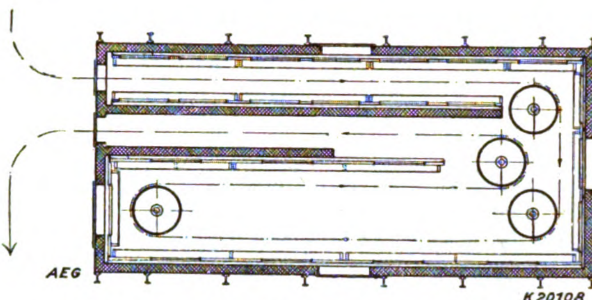


Abb. 2. Schema des Gutumlaufes im Wanderanlaßofen.

jede 305 mm breit und 710 mm hoch ist, liegt der erforderliche Weg von 23,2 m. Die Umlenkräder sind auf senkrechten Wellen befestigt, die durch die Ofendecke und den Ofenboden hindurchreichen und an deren Außenseiten gelagert und geführt sind. Außer den Ein- und Austrittsöffnungen sind in den Wänden des Ofens Türen vorgesehen, durch die das Ofeninnere an der betreffenden Stelle jederzeit zugänglich ist. Die Türen hängen in Scharnieren an der Blechverkleidung und werden mit Knebeln fest gegen diese gedrückt, so daß sie keine Wärmeverluste oder Temperaturschwankungen im Erwärmungsraum verursachen können.

Der Ofen wird über einen Hauptschalter mit selbsttätiger Überstromauslösung an Drehstrom 220 V, 50 Per/s angeschlossen. Dieser Anschlußwert verteilt sich auf zwei Heizkreise von je 45 kW, die beide ebenfalls elektro-magnetisch gegen Überstrom gesichert sind und getrennt abgeschaltet werden können.

Zur Einschaltung der Temperatur wird der erste Heizkreis von einem anzeigenden und der zweite von einem schreibenden Thermoelementregler in engen Grenzen selbsttätig gesteuert. Das schreibende Gerät zeichnet die von dem Thermoelement in der für den Erfolg der Erwärmung maßgebenden Zone gemessene Temperatur auf und ermöglicht sowohl eine augenblickliche als auch eine nachträgliche genaue Kontrolle des Erwärmungsvorganges.

Für die Regler und die zu ihnen gehörenden Geräte ist eine Spannung von 110 V vorgesehen; alle zur Reglung gehörenden Teile sind auf ein eisernes Gerüst aufgebaut, das in der Nähe des Ofens auf dem Boden der Werkstatt Aufstellung gefunden hat. Die Schalter und Signallampen sind zusammen mit den zur Reglung dienenden Schützen in einem geschlossenen eisernen Schaltschrank vereinigt, der zur Platzersparnis auf die Decke des Ofens gestellt wurde, so daß auf der Ofendecke eine besondere Bedienungsplattform, die über eine Leiter vom Werkstattboden aus zugänglich ist, vorgesehen werden mußte.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 8. Dezember 1932 | Heft 49

UMSCHAU.

Elektrowärme.

Die Bedeutung der Elektrowärme ist in den letzten Jahren in immer weitergehendem Maße erkannt worden, ihre Entwicklung hat große Fortschritte gemacht, und so scheint es gerechtfertigt, in kurzen Zügen zusammenfassend, sich über das Gebiet zu unterrichten. Bei seiner außerordentlichen Breite kann dabei auf Einzelheiten nicht eingegangen werden; für diese muß auf Sonderarbeiten verwiesen werden, die, soweit als es im Rahmen eines Aufsatzes möglich ist, hier mitgenannt werden sollen. Schließlich wird angegeben, welche Zeitschriften außer der ETZ das betreffende Teilgebiet besonders pflegen.

Das Gebiet der Elektrowärme berührt 3 Interessentengruppen: den Abnehmer, den Gerätebauer, das Elektrizitätswerk*. — Trotzdem vom technisch-physikalischen Standpunkt aus die Unterscheidung anders lauten müßte, soll im vorliegenden Aufsatz die Hauptgliederung zwischen „Anwendung im Haushalt" und „gewerblicher und industrieller Anwendung" gewählt werden. Diese Unterteilung nach Abnehmergruppen ist nämlich für die 3 Interessentengruppen in gleicher Weise von Bedeutung.

Haushaltwärme:

Abnehmer in der Regel technisch wenig oder nicht interessiert. Objekt der Werbung.

Gerätebauer kann meist Massenfertigung einrichten. Betriebliche (Fertigungs-)Fragen spielen eine sehr wichtige Rolle.

Elektrizitätswerk hofft, aus kleinen Beträgen zusammengesetzten, ziemlich konjunkturunabhängigen Stromabsatz durch Massenwerbung zu erzielen.

Industrie- und Gewerbewärme:

Abnehmer mehr oder weniger technisch sachverständig, vielfach von sich aus die Elektrowärme suchend.

Gerätebauer hat oft technisch schwierige Einzelausführung zu bewältigen, technisch-physikalische und konstruktive Aufgaben vorherrschend.

Elektrizitätswerk hofft auf Großabnehmer mit Belastungsausgleich.

I. Haushaltwärme.

1. Verbreitung.

Nach Mitteilungen der VdEW[1] waren Ende 1931 in Deutschland angeschlossen:

rd. 76 000 elektrische Küchen mit zusammen rd. 242 000 kW Anschlußwert,

rd. 41 900 Heißwasserspeicher mit zusammen rd. 41 900 kW Anschlußwert.

Über die Verbreitung elektrischer Bügeleisen liegen keine Zahlen vor.

2. Technische Entwicklung.

a) Heißwasserbereitung[2]. Die übliche Art der Heißwasserbereitung ist die in Heißwasserspeichern, die mit (meist billigem) Nachtstrom aufgeladen werden und gestatten, tagsüber das heiße Wasser zu entnehmen. Die langen Stillstandszeiten lassen die Frage des Wärmeschutzes besonders wichtig erscheinen. Man hat sich deswegen mit der wärmetechnischen Untersuchung der Speicher näher befaßt und als eine Quelle großer Wärmeverluste die Ableitung durch Armaturen festgestellt[3]. Die langen Stillstandszeiten bedingen aber auch bei sorgfältigster Isolierung sehr hohe Wärmeverluste, die vor allem bei geringer Wasserentnahme sehr ins Gewicht fallen. Für geringen Heißwasserbedarf sind Geräte entwickelt worden, die nur teilweise mit Nachtstrom arbeiten und kleine Wassermengen schnell und mit Tagstrom zu erhitzen gestatten[4]. Über den Einfluß des zu erwärmenden Wassers auf die Kesselwandungen wurden eingehende Untersuchungen ausgeführt, ohne daß die Frage als voll gelöst gelten kann[5].

b) Elektrisches Kochen[6]. Das Kochen im geschlossenen Raum statt auf dem offenen Herd hat sich trotz der Ersparnisse, die damit verknüpft wären, nicht durchzusetzen vermocht. Die Schwierigkeit, verschiedene Kochgeräte miteinander zu vergleichen, hat zu Untersuchungen und Vorschlägen über Vergleichsmaßstäbe geführt. Man hat dabei mit Hilfe von Wirkungsgradzahlen gearbeitet[7] und auch ähnliche Verfahren vorgeschlagen[8], wie sie schon vor längerer Zeit für Industrieöfen genannt wurden[9]. Bemerkenswert sind Großversuche mit elektrischer Küche in Römerstadt bei Frankfurt a. M.[10], Berlin und in ländlichen Gebieten[11].

c) Bügeln. Man findet hier zwei Entwicklungsrichtungen, die sich widersprechen: die eine geht auf eine Verfeinerung der Bügeleisen durch Anwendung selbsttätiger Temperaturregelung[12], wobei die Arbeitstemperatur des Eisens z. T. noch für das Bügeln verschieden schwerer Wäsche einstellbar gemacht wird. Die entgegengesetzte Richtung der Entwicklung — Vereinfachung auch unter Preisgabe der Sondervorteile der Elektrowärme — ist beschritten worden, indem man Bügeleisen macht, die man, um von der Verbindungsschnur unabhängig zu werden, ähnlich wie die alten Gas- oder Kohleeisen „aufheizt", zum Arbeiten selbst aber von den als Stecker ausgebildeten Anschlüssen abnimmt[13].

d) Raumheizung. Die elektrische Raumheizung ist in Deutschland nur in Ausnahmefällen durchgeführt, während die Zusatzheizung durch tragbare Kleinöfen während der Übergangszeit ziemlich verbreitet ist. Diese Öfen bildeten mehrfach den Gegenstand eingehender Untersuchungen, die sich sowohl auf Vergleich verschiedener Bauformen erstrecken[14], als auch einzelne Ausführungen im besonderen betreffen[15]. Die Hauptschwierigkeit, die zu überwinden ist, ist die Ungleichmäßigkeit der räumlichen Temperaturverteilung, die einmal durch Verwen-

* Es muß hier auf die Betriebe hingewiesen werden, die ihre Energie selbst erzeugen. Hier scheint das Elektrizitätswerk als Elektrowärme-Interessent nicht in Betracht zu kommen. In Wirklichkeit übernimmt die Abteilung „Kraftwerk" dessen Interessen, die sie oft in ähnlicher Weise gegenüber dem „Betrieb" zu vertreten haben wird, wie ein Elektrizitätswerk die seinigen gegenüber dem „Abnehmer".

[1] Mörtzsch, Elektr.-Wirtsch. 1932, H. 16. „Die elektrische Küche" bei Julius Springer, Berlin 1932.

[2] Vgl. auch Kotschi und Entremont. Verlag Julius Springer, Berlin 1931.

[3] Thiemens, Fortschritte in der Elektrifizierung d. Haushalts, Verlag der VDEW 1932, S. 7.

[4] Stiebel, Elektr. Wirtsch. Bd. 31, S. 40 (1932).

[5] Wasserzier, Elektr. Wirtsch. Bd. 30, S. 351 (1931). — Ottenstein, Elektr. Wirtsch. Bd. 30, S. 357 (1931).

[6] Siehe Fußnote 1.

[7] Backhaus, Mitteilungen des Forschungsinstituts f. Elektrowärmetechnik, Hannover, H. 1 (1928).

[8] Opacki, Elektr. Wirtsch. Bd. 30 S. 94 (1931).

[9] Paschkis, Arch. Eisenhüttenwes. Bd. 2, S. 487 (1928/29).

[10] Mörtzsch, ETZ 1931, S. 539.

[11] Kittler, Elektrowärme in Industrie, Haushalt und Gewerbe. Bericht über die Fachtagung 1930, Verlag der VDEW 1930, S. 62.

[12] Orlich, ETZ 1930, S. 594. — Siehe auch AEG-Mitt. 1929, S. 741, ref. in ETZ 1930, S. 328.

[13] Kraska, ETZ 1932, S. 473.

[14] K. Meyer, ETZ 1932, S. 315, 362, 408.

[15] Sims, Engineering Bd. 131, S. 561. — Referat in der ETZ erscheint demnächst.

dung gesteuerter Luftströme bekämpft wurde[16] und zweitens zur Verwendung der Großoberflächenheizung führte. Die letztere Bauart beseitigt zugleich die Notwendigkeit, mit Heizkörpern hoher Temperatur zu arbeiten, und vermeidet dadurch auch die Verbrennung von Staub auf den Heizkörpern, die eine stete Quelle der Luftverschlechterung ist. Erwähnenswert ist auch die Anordnung, bei der in vorhandene Heißwasser-Zentralheizungen ein elektrischer Hilfserhitzer eingebaut wird, so daß trotz elektrischer Heizung die Heizkörper in den Zimmern unverändert bleiben können.

II. Industrie- und Gewerbewärme.

Man kann die gewerblichen und industriellen Elektrowärmeerzeuger nach folgender Einteilung gliedern:

Industrielle Elektrowärme.

<table>
<tr><th rowspan="2"></th><th colspan="2">Lichtbogenheizung</th><th colspan="2">Widerstandsheizung</th></tr>
<tr><th>unmittelbar</th><th>mittelbar</th><th>unmittelbar</th><th>mittelbar</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Geräte (Gut frei im Betriebsraum)</td><td rowspan="2">nicht ausgeführt</td><td>Schweißen nach Langmuir usw.</td><td>Punktschweißung, reine Stumpfschweißung, induktive Walzenerwärmung usw.</td><td rowspan="2">Pressenheizung, Walzenerwärmung durch Strahlung usw.</td></tr>
<tr><td colspan="2">„Lichtbogenschweißung“ und Widerstandsabschmelzschweißung</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Öfen (Gut in Hohlraum des Ofens = Nutzraum eingeschlossen.)</td><td rowspan="3">Schönherrofen, Ofen von Birkland und Eyde zur Darstellung von Stickoxyden aus Luft usw.</td><td>Stassanoofen</td><td>Induktionsöfen, Schmelzflußelektrolyse</td><td rowspan="2">„Widerstandsöfen“ mit gesonderten Heizwiderständen</td></tr>
<tr><td colspan="2">Heroultofen. Girodofen. Wärmeerzeugung im Lichtbogen und im Gut</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Elektrodensalzbadöfen. Wärmeerzeugung im Salzbad und im Gut</td></tr>
</table>

Unmittelbare Heizung: Das Gut ist stromdurchflossen. Mittelbare Heizung: Das Gut ist stromlos.

Wir verstehen in dieser Gliederung unter Geräten alle diejenigen Elektrowärmeerzeuger, bei denen die Erwärmungsstelle frei liegt, im Gegensatz zu Öfen, bei denen die Erwärmungsstelle von vielen (oft von allen Seiten) umschlossen liegt, die also zur Aufnahme des zu erwärmenden Gutes einen Hohlraum haben. — Unter unmittelbar geheizten Öfen bzw. Geräten sollen solche verstanden werden, bei denen das Gut für Heizzwecke vom Strom durchflossen ist, während bei mittelbar geheizten die Energieumsetzung gesondert vom Gut erfolgt.

1. Geräte.

Unter diesen sind die Schweißmaschinen am weitesten verbreitet. Von den verschiedenen Zweigen der Schweißtechnik hat die Lichtbogenschweißung die ausgedehnteste Entwicklung erfahren. Diese erstreckte sich einmal auf die Ausbildung von Schweißautomaten[17], die gestatten, mit sehr kurzem Lichtbogen zu schweißen, und dann auf die Entwicklung der Schutzgasschweißverfahren[18], die es ermöglichen, ohne Schlackenschicht eine sauerstoffreie Schweißnaht zu erzielen und dadurch die Verschweißung von dünnen Stärken gestatten. — Schließlich sei auf die Wechselstromschweißung hingewiesen[19]. Während bis vor kurzem die qualitative Überlegenheit der Gleichstrom-Lichtbogenschweißung außer Frage stand, und die Wechselstromschweißung hauptsächlich aus Preisgründen (wegen der erheblich niedrigeren Beschaffungskosten) Anwendung fand, scheint die Wechselstromschweißung in den letzten Jahren die Vorteile der Gleichstromschweißung eingeholt zu haben und ihr ein gefährlicher Konkurrent zu werden. Bei den Punktschweißmaschinen haben sich die sog. Kontroller[20] eingeführt. Stumpfschweißmaschinen sind bisher bis etwa 30 000 mm^2 Schweißquerschnitt gebaut worden. Die Anwendung der beiden letztgenannten Schweißverfahren, die unter der Bezeichnung „Preßschweißung“ zusammengefaßt werden, ist auch für Nichteisenmetalle erheblich erweitert worden[21].

Die gesamte Schweißtechnik hat durch die Gemeinschaftsarbeit des VDI mit der Gesellschaft für Elektroschweißung einen mächtigen Antrieb erfahren. Die Lichtbogenschweißung wurde außerdem durch die Bestimmung behördlicher Richtlinien für die Anwendung im Hochbau sehr gefördert[22]. Für die Fragen der Schweißtechnik besteht ein Sonderorgan „Elektroschweißung“.

Im Gegensatz zu der außerordentlich weit anwendbaren Schweißtechnik sind die meisten anderen Geräte (s. z. B. unten) von der anwendenden Industrie abhängig. Angaben über derartige Geräte in der Literatur sind außerordentlich selten, trotzdem die Geräte in ihrer Ausbildung viel Interessantes zu bieten vermögen und eine Bekanntgabe der Ausbildungsformen sicher für die Schaffung anderer Geräte und Erschließung anderer Anwendungsgebiete sehr fruchtbar sein könnte. Es ist etwas bekanntgeworden über die Anwendung der Elektrowärme im Nahrungsmittelgewerbe (über Backöfen wird unten noch kurz zu sprechen sein), über Elektrowärme in der Schuhherstellung[23], für Vulkanisierzwecke[24], in der Druckerei[25] usw. Fast gar nichts ist aber über die Anwendung zur Pressenheizung, in der Textilfabrikation, in der Papierherstellung usw. veröffentlicht worden. Angaben über derartige Geräte sind in den verschiedensten Zeitschriften zerstreut, so in der „Elektrizitätswirtschaft“ und in der „Elektrowärme“, oft auch nur in den Sonderzeitschriften für das betreffende Gewerbe.

2. Öfen.

a) Verbreitung.

Elektrische Industrieöfen in Deutschland.

Bis Ende 1930 waren in Deutschland etwa errichtet:

Lichtbogenöfen für die Stahlherstellung .	50 St. m.	60 000 kVA Anschlußwert
Induktionsöfen		
eisengeschlossen .	224 „ „	9 900 „ „
eisenlos	42 „ „	3 900 „ „
Widerstandsöfen, mittelbar geheizt .	1 510 „ „	54 400 „ „
Sa.	1 826 St. m.	128 200 kVA Anschlußwert

Von den Widerstandsöfen entfallen auf:

Niedertemperaturöfen	222 St. m.	2 476 kVA Anschlußwert
Bäder (Salzbäder u. Tiegelbäder)	575 „ „	23 033 „ „
Mittel- u. Hochtemperaturöfen	713 „ „	28 850 „ „

Die Zahlen enthalten selbstverständlich nicht alle die Öfen, die von Abnehmern selbst gebaut worden sind. Die Zahlen über Lichtbogenöfen für chemische Zwecke (Karbidherstellung usw.) waren nicht zu beschaffen.

Diese Zahlen sind das Ergebnis einer Umfrage, die die Schriftleitung auf Bitte des Verfassers bei den Ofenbaufirmen veranstaltet hat.

Elektrische Backöfen in Deutschland[26].

Backöfen in	Anzahl 1930	mittl. Anschlußwert 1930
Bäckereien	188	37,3 kW/Ofen
Konditoreien	174	16,0 „
verschiedenen Betrieben	151	14,8 „
elektr. Backöfen insges.	513	23,4 kW/Ofen

b) Technische Entwicklung.

Lichtbogenöfen.

Sieht man von der jetzt schon einige Jahre zurückliegenden Steigerung der zugeführten Energie bei Licht-

---

[16] Z. B. H. Roser, Elektrowärme Bd. 1, S. 116 (1931), ref. ETZ 1932, S. 510.
[17] Sandelowsky, Elektroschweißung Bd. 1, S. 95 (1930).
[18] Sandelowsky, Elektroschweißung Bd. 1, S. 215 (1930).
[19] C. Fritz, ETZ 1931, S. 932.
[20] Hilpert, Z. VDI Bd. 72, S. 305 (1928).
[21] Goldmann, Elektroschweißung Bd. 2, S. 195, 217, 242 (1931).
[22] Vorschriften f. d. Ausführung geschweißter Stahlhochbauten in Preußen. — Erlaß II. 6200 h/24. 6. vom 10. VII. 1930, Preuß. Min. f. Volkswohlfahrt. — Vgl. a. Elektroschweißung Bd. 2, S. 103 (1931).
[23] Klemm und Paschkis, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 523 (1931).
[24] Paschkis, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 25 (1932).
[25] Mörtzsch, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 572 (1931); Paschkis, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 569 (1931).
[26] Mörtzsch, Elektr.-Wirtsch. 1932, H. 16.

bogenöfen durch Heraufsetzung der Spannung[27] ab, so sind nur kleinere konstruktive Fortentwicklungsarbeiten zu nennen. Dagegen wurde an der Theorie der Lichtbogenöfen gearbeitet und u. a. ihre Wärmeverluste analysiert[28]. Auch die Ausmauerung der Öfen wurde verbessert. Als verhältnismäßig neues Anwendungsgebiet ist die Darstellung von synthetischem Grauguß zu nennen, bei dem aus Spänen und Gußbruch, ohne Zusatz von Roheisen, ein verhältnismäßig hochwertiger Guß hergestellt wird.

Induktionsöfen[29].

Bei den eisenlosen Induktionsöfen macht sich eine starke Tendenz zur Senkung der Periodenzahl bemerkbar, wenngleich die endgültige Entscheidung über sie noch nicht gefallen ist. Die theoretischen Grundlagen der Induktionsöfen waren Gegenstand zahlreicher Forschungen und können im wesentlichen als geklärt angesehen werden. Die Größe der Einheiten nahm erheblich zu, und es befindet sich z. Z. schon ein 5 t-Ofen im Betrieb, wobei zu bedenken ist, daß das Fassungsvermögen verschiedener Ofenarten nicht ohne weiteres verglichen werden kann — wenn nämlich die Chargendauer verschieden ist[30] —. Auch die metallurgischen Möglichkeiten des Ofens, namentlich im Stahlwerk, wurden eingehend untersucht und günstig beurteilt. — Unter den eisengeschlossenen Öfen hat sich zunächst die amerikanische Konstruktion mit einer Schmelzrinne in einer Vertikalebene überwiegend durchgesetzt. Öfen mit horizontal liegender Schmelzrinne werden erheblich weniger gebraucht. Die Anwendung eisengeschlossener Induktionsöfen ist hauptsächlich auf das Gebiet der Nichteisenmetalle beschränkt, da das Schmelzen von Eisen und Stahl fast ganz an den eisenlosen Induktionsofen verloren ist. Die Frage eines eisengeschlossenen Ofens für nicht durchgehenden Betrieb harrt noch der Lösung. — Den Induktionsöfen wurde auch noch ein weiteres Gebiet erschlossen: die Verwendung als Vorherdheizung von Kupolöfen.

Widerstandsöfen[31].

Die Hochtemperaturöfen haben stark an Ausdehnung zugenommen und werden auch mit Schutzgasatmosphäre gebaut[32] und in dieser Form in erster Reihe als Härteöfen für hochempfindliches Gut verwendet. Versuchsweise wurden auch Hochtemperaturöfen mit metallischen Widerständen gebaut[33]. An einer Erhöhung des Temperaturbereiches dieser Öfen wird gearbeitet, da von ihr die Möglichkeit, sie in der keramischen Industrie zu verwenden, abhängt. — Die elektrisch geheizten Salzbäder wurden in doppelter Richtung entwickelt: es wurden Tiegelbäder mit Außenheizung geschaffen, was eine günstige Lösung für eine Sicherung gegen überlaufendes Salz und Metall voraussetzt. Weiter wurden für unmittelbar geheizte Salzbäder (bei denen die Salzschmelze selbst stromdurchflossen ist) Metalltiegel verwendet, wodurch sich z. T. ein besserer Wärmeschutz erzielen läßt als bei gemauerten Tiegeln. Bei Mitteltemperaturöfen sei einmal auf die Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Beschickungseinrichtungen hingewiesen und dann auf die Verbreiterung der Anwendungsgebiete. Als Beispiel sei die Verwendung für Zwecke der Glaskühlung genannt[34], weiter die Anwendung der Elektrowärme für Zwecke des Schnelltemperns, ferner für das Wasserstofflöten[35] und schließlich für das Blankglühen von Eisen und Nichteisenmetallen. — Die Fortentwicklung der hitzebeständigen Metalle sowohl als auch der Wärmeschutzsteine[36] in der Richtung sowohl einer Erhöhung der Temperaturgrenze als auch einer Verbesserung der Eigenschaften waren eine Voraussetzung für die günstige Gestaltung der Öfen.

In immer steigendem Maße wird auf richtige Betriebsführung gerade der hier erwähnten Öfen geachtet[37], wobei sie sich als Glied in die gesamte Kraftwirtschaft des Betriebes einzufügen haben. Die Voraussetzung für eine solche planmäßige Einordnung ist die Erforschung der theoretischen Grundlagen dieser Öfen. Diese steht noch ganz am Anfang der Entwicklung. Die Technologie der Anwendungen sowie die Ofentechnik selbst sollten wissenschaftlich durchgearbeitet werden. Im Gebiet der Niedertemperaturöfen ist beachtenswert die Anwendung der Luftbewegung zwecks Verbesserung der Durchwärmung[38]. Außer den Öfen für Lacktrocknung, die schon ziemlich weit verbreitet sind, wurden vereinzelt auch Trockenöfen für Gießereizwecke gebaut, die infolge der besonderen wirtschaftlichen Lage in diesen Betrieben als sehr schwierig anzusehen sind[39]. — Sehr groß ist die Verbreitung von Niedertemperaturöfen für Zwecke des Anlassens und der Wärmebehandlung von Nichteisenmetallen; bei diesen Öfen vor allem ist die Luftbewegung wegen der hohen Anforderungen an Temperaturgleichmäßigkeit von Bedeutung.

Bei den Backöfen haben sich im Gegensatz zu Industrieöfen die Speicheröfen, die mit reinem Nachtstrom arbeiten, im wesentlichen durchgesetzt; Öfen für industrielle Zwecke müssen sich dagegen meist in viel stärkerem Maße nach den Betriebsverhältnissen des Abnehmers richten, vertragen aber auch oft die für Tagstrom erforderlichen höheren Strompreise. — Über Bau und Größe von Backöfen liegen umfassende Erfahrungen vor; sie gipfeln in der Erkenntnis der überragenden Bedeutung der Strahlungsverluste für die Wirtschaftlichkeit der Elektrobacköfen.

Victor Paschkis.

---

[27] Riecke, Ber. 102 des Stahlwerksausschusses des Ver. Deutscher Eisenhüttenleute.

[28] Kriz, Elektrostahlverfahren (Verlag Julius Springer, Berlin 1929); Berichte 101 (Lyche und Neuhaus), 148 (Wark), 149 (Klinar, Wark und Reinhold) des Stahlwerksausschusses des Ver. Deutscher Eisenhüttenleute.

[29] Diese Öfen werden vor allem in den Berichten der Ausschüsse des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute, in „Stahl und Eisen“ und in den Mitt. des KWI für Eisenforschung behandelt. — S. a. Pirani, Elektrothermie (Verlag Julius Springer, Berlin 1930) und Kriz, Elektrostahlverfahren.

[30] Broglio, Stahl u. Eisen Bd. 50, S. 617 (1930). S. a. ETZ 1931, S. 875. Pölzguter, Stahl u. Eisen Bd. 51, S. 513 (1931), und Broglio, Stahl u. Eisen Bd. 51, S. 605, 635 (1931); gemeinsames Referat erscheint demnächst in der ETZ.

[31] Die wissenschaftlichen Grundlagen werden, soweit überhaupt, im Arch. Wärmewirtsch., in der „Elektrowärme“ und der ETZ behandelt. S. a. Paschkis, Elektrische Industrieöfen für Weiterverarbeitung (Verlag Julius Springer, Berlin 1932) und Paschkis, ETZ 1932, S. 25 u. 53 sowie Z. VDI Bd. 76, S. 359 (1932).

[32] Tour, Fuels & furn. 8. H. 9 (1930).

[33] Lauster, Elektrowärme Bd. 2, S. 103 (1932).

[34] Tamele, Glastechn. Ber. Bd. 6, S. 225 (1928).

[35] N. E. L. A., Publication 141 (Juni 1931).

[36] Steinhoff, Ber. dtsch. keram. Ges. Bd. 8, S. 137 (1927). — Cammerer, Die Feuerung mit Sonderteil „Industrieofen“ Bd. 7, S. 1 (1931).

[37] Tama, Z. Metallk. Bd. 21, S. 77 (1929).

[38] ETZ 1929, S. 1341.

[39] Jahrbuch der Verkehrsdirektion der Berl. Städt. El.-Werke 1930.

Zur Statistik der deutschen Elektrizitätswirtschaft seit 1925.

Von Dipl.-Ing. **Herwarth von Renesse**, Berlin.

Übersicht. Es wird die Entwicklung der Arbeits- und Leistungsdichte und des Anteils behandelt, den die Maschinen, unterteilt nach Größenklassen, an der Stromerzeugung haben. Unterlagen sind die amtlichen Erhebungen.

Als Fortsetzung zu dem in Heft 43 S. 1035 erschienenen Bericht über die Entwicklung der Stromerzeugung und Leistungsfähigkeit sollen in diesem und einem späteren Aufsatz weitere Ergebnisse mitgeteilt werden, welche die Bewegung anderer wichtiger elektrizitätswirtschaftlicher Größen in den letzten Jahren darlegen.

Basis ist wiederum die Einteilung nach Provinzen bzw. Ländern einerseits und Wirtschaftsgebieten anderseits, unter Hinweis auf die Bemerkungen, die über diese Einteilungsart bereits im ersten Aufsatz gemacht sind.

A. Arbeits- und Leistungsdichte.

Diese sind nur bedingt ein Maßstab für die Elektrisierung. Zur Verdeutlichung der Abhängigkeit dieser Größen werden Gebietsraum (Bodenfläche in km^2; Abb. 1) und Bevölkerungszahl (Abb. 2) sowie die Siedlungsdichte (Einwohner/Flächeneinheit; Abb. 3) ebenfalls gebracht (vgl. Zahlentafel 1). Die erreichbare Darstellungsgenauigkeit und die geringen Schwankungen, denen die Bevölkerungsziffern innerhalb des vorliegenden Zeitraums unterworfen sind, gestatten, sich für die Jahre 1925 bis zur Gegenwart mit den Einwohnerzahlen eines Jahres zu begnügen (Volkszählung vom 16. VI. 1925).

Die Arbeitsdichte kann sowohl auf Bodenfläche (kWh/km^2; Abb. 4 a) als auch auf Bevölkerung (kWh je Einwohner; Abb. 4 b) bezogen werden. Dabei ist der gesamte Gebietsraum bzw. die gesamte Bevölkerung

gemeint, nicht nur das versorgte Gebiet oder die Zahl der angeschlossenen Einwohner. Da beide Arten, die Arbeitsdichte zu errechnen, im Verhältnis der Siedlungsdichte zueinander stehen, wurde bei der Leistungsdichte (kW/Einwohner; Abb. 5) der Einfachheit halber nur die eine Art berücksichtigt.

Innerhalb des zu betrachtenden Zeitraumes ändern sich die Werte von Jahr zu Jahr für jede Provinz bzw. jedes Land entsprechend der Entwicklung der gesamten Stromerzeugung bzw. der Leistungsfähigkeit (vgl. den ersten Aufsatz, ETZ 1932, S. 1035). Es kommt hier hauptsächlich auf den Unterschied der Landesteile untereinander an. Daher konnten Zahlentafel 1 und Abb. 4 bis 7 auf zwei Jahre beschränkt werden (1925 bzw. 1926 und 1930); bei der Arbeitsdichte wurde noch 1929 hinzugenommen, da dies Jahr meist das Maximum bildet.

In diesem Zusammenhang ist der Anteil der Provinzen bzw. Länder an der gesamten Stromerzeugung zum Vergleich ebenfalls von Interesse (Abb. 6), desgleichen als Anhaltspunkt für den Ausnutzungsgrad die Benutzungsstunden der installierten Leistung (Abb. 7). Da die Verhältnisse bei den Werken innerhalb eines Gebietes stark verschieden sind, kommt den Zahlen für die Benutzungsstunden der installierten Leistung natürlich nur eine beschränkte Bedeutung zu; in die Zahlentafel wurden sie nicht mit aufgenommen.

Die Betrachtung der Abbildungen zeigt, daß die Höchstwerte der betrachteten Größen keineswegs immer zusammenfallen. Ebenfalls zeigt sich wieder, daß die Wirtschaftsgebiete allein nur einen rohen Einblick in die vielgestaltigen Verhältnisse erlauben. Im einzelnen bedürfen die Abbildungen wohl keiner Erläuterung.

B. Anteil der Größenklassen der Maschinen.

Die Leistungsfähigkeit der Stromerzeuger in den Betrieben ist unterteilt in die Stufen:

bis 100 kW,
von 101 bis 1 000 kW,
„ 1 001 „ 5 000 kW,
„ 5 001 „ 10 000 kW,
über 10 000 kW.

Die amtlichen Veröffentlichungen geben die Zahlenwerte für den Anteil der Größenklassen nicht bei allen Provinzen und Ländern; wir müssen uns deshalb auf folgende beschränken: Brandenburg mit Berlin, Hannover, Sachsen (Provinz), Westfalen, Rheinland, Preußen, Bayern, Sachsen (Freistaat), Württemberg, Baden, Deutsches Reich. Bedauerlicherweise sind dadurch Gebiete mit überwiegend landwirtschaftlichem Charakter ausgeschlossen.

Die Veränderungen von Jahr zu Jahr sind vergleichsweise gering; daher wurde im allgemeinen nur der Zustand von 1926 dem von 1929 gegenübergestellt. Für das Deutsche Reich konnten auch die Zahlen von 1930 gebracht werden.

Zahlentafel 2 und 3 bringen die Angaben über Zahl der Betriebe und Leistungsfähigkeit der Maschinen in ihnen, und zwar Zahlentafel 2 für öffentliche Elektrizitätswerke und Zahlentafel 3 für Eigenanlagen. Die absoluten Zahlen wachsen so stark in Richtung der Größenklassen mit der höheren Leistungsfähigkeit, daß eine graphische Darstellung dieser absoluten Beträge in gleichem Maßstabe für alle fünf Größenklassen unmöglich erscheint. Für die Unterschiede von Größenklasse zu Größenklasse müssen wir deshalb die Zahlen selbst sprechen lassen. Zur Beurteilung der Entwicklung bietet aber die relative Ausdrucksform eine anschauliche und darstellbare Art. Die Größenklassen sind dargestellt bezogen auf 1926 = 100 %, und zwar in Abb. 8 a ⋯ e für die öffentlichen Werke und in Abb. 9 a ⋯ e für die Eigenanlagen. Die weißen Balken entsprechen der Zahl der Betriebe, die schwarzen der Leistungsfähigkeit der Stromerzeuger in ihnen. Für das Deutsche Reich wurde die Darstellung erweitert, und zwar bringt sie jedes Jahr von 1926 bis 1930.

Die Inbetriebnahme neuer Kraftwerke und etwaige Übergänge in die nächste Größenklasse bei Erweiterungen begründen hauptsächlich das abwechslungsreiche Bild dieser Diagramme und führen die Unterschiede zwischen den einzelnen Landesteilen herbei. Mangels spezifizierter Aufzählung ausgesprochen industriearmer Gegenden in den amtlichen Veröffentlichungen[1] tritt die Bedeutung der Betriebe mit kleiner Leistung im Gesamtbild der Diagramme nicht wirklichkeitsgetreu in Erscheinung. Der Prozentsatz der infolge dieses Mangels nicht ausführlich berücksichtigten Betriebe schwankt sehr stark: von den öffentlichen Werken Preußens sind auf diese Weise in der Größenklasse „bis 100 kW" über

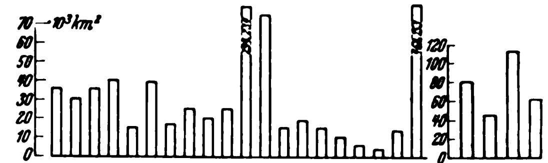


Abb. 1. Bodenfläche.

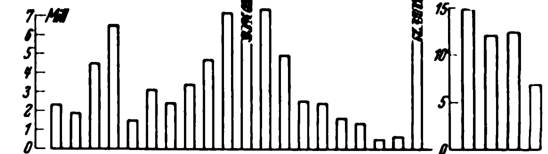


Abb. 2. Wohnbevölkerung.

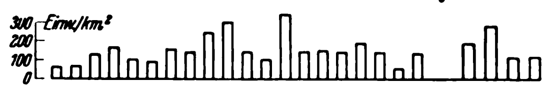


Abb. 3. Siedlungsdichte.

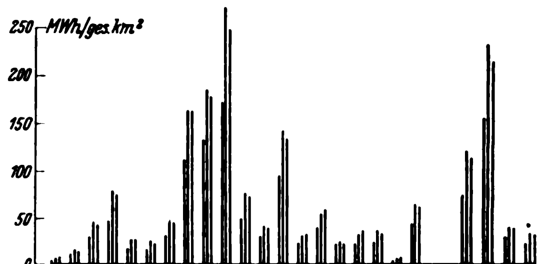


Abb. 4 a. Arbeitsdichte (1925, 1929, 1930).

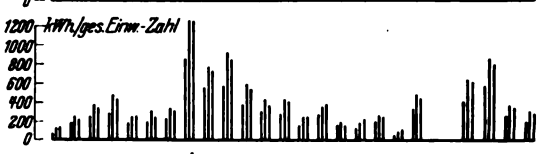


Abb. 4b. Arbeitsdichte (1925, 1929, 1930).

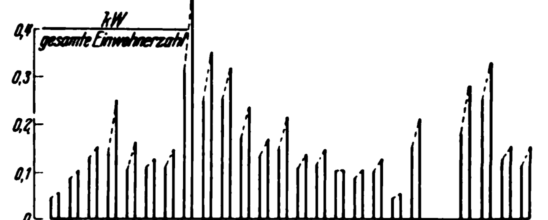


Abb. 5. Leistungsdichte (1926, 1930).

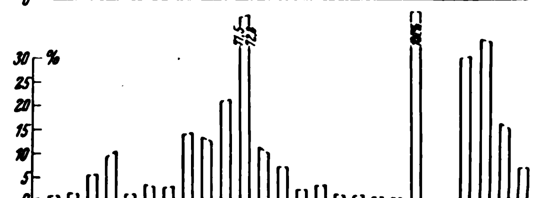


Abb. 6. Anteil an der gesamten Stromerzeugung (1925, 1930).

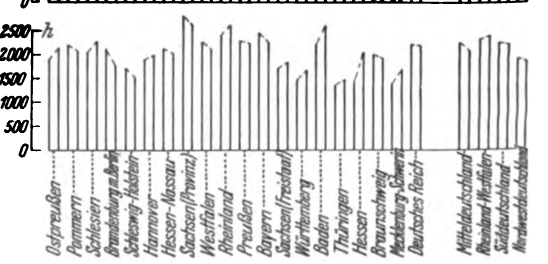


Abb. 7. Benutzungstunden der installierten Leistung (1926, 1930).

50 % unberücksichtigt, von der Größenklasse „über 10 000 kW" immerhin noch 30 %; von den Eigenanlagen Preußens sind es in der Größenklasse „bis 100 kW" etwa 35 %. Anders ist das Bild für das Deutsche Reich: bei den öffentlichen Werken sowohl wie bei den Eigenanlagen bis 100 kW sind auf diese Weise etwa 10 % unberücksichtigt; in der Größenklasse über 10 000 kW sind es bei den öffentlichen Werken weniger als 10 %, bei den Eigen-

[1] Vgl. Fußnote 1, ETZ 1932 S. 1035.

Zahlentafel 1. Arbeits- und Leistungsdichte 1925 und 1930.

Landesteil, Land bzw. Wirtschaftsgebiet	Bodenfläche km² (nach dem Stand vom 31. XII. 1930)	Wohnbevölkerung (Stand vom 16. VI. 1925 nach dem Gebietstand vom 31. XII. 1930)	Siedlungsdichte Einwohner/km²	Arbeitsdichte kWh/Gesamt-km² in Tausend			Arbeitsdichte kWh/Gesamt-Einwohnerzahl			Leistungsdichte kW/Gesamt-Einwohnerzahl		Anteil der Landesteile und Länder an der Gesamt-Stromerzeugung in %	
			1925	1925	1929	1930	1925	1929	1930	1926	1930	1925	1930
Ostpreußen	36 990,72	2 256 349	61,0	4,67	6,92	7,69	76,6	113,3	126	0,0465	0,0584	0,85	0,99
Pommern	30 266,71	1 878 781	62,07	10,6	14,9	13,8	171	240	222	0,0865	0,107	1,6	1,45
Schlesien	36 305,41	4 511 543	124,0	29,0	46,4	44,2	234	374	356	0,129	0,155	5,2	5,6
Brandenburg mit Berlin	39 919,75	6 616 578	165,5	46,5	78,0	74,3	281	471	448	0,140	0,253	9,1	10,3
Schleswig-Holstein	15 071,12	1 519 365	100,81	17,35	24,5	25,0	172	243	248	0,103	0,161	1,3	1,31
Hannover	38 584,87	3 190 439	82,69	16,1	24,15	21,4	195	292	259	0,106	0,129	3,07	2,86
Hessen-Nassau	16 759,42	2 452 748	146,35	30,75	48,3	46,4	210	330	317	0,1065	0,1495	2,5	2,7
Sachsen (Provinz)	25 276,05	3 277 664	129,67	110,0	162,5	162,5	850	1255	1255	0,309	0,468	13,7	14,1
Westfalen	20 212,56	4 784 169	236,69	133,0	185,0	177,0	561	779	745	0,250	0,350	13,2	12,3
Rheinland	24 505,31	7 284 028	297,24	171,0	271,0	248,0	576	914	836	0,254	0,320	20,7	21,1
Preußen	294 234,16	38 846 008	132,02	49,4	76,5	71,4	374	579	541	0,170	0,239	71,5	72,8
Bayern	76 422,11	7 479 605	97,87	29,4	40,4	37,0	300	413	378	0,135	0,167	11,1	9,8
Sachsen (Freistaat)	14 986,31	4 994 281	333,26	93,5	141,7	133,0	281	425	400	0,148	0,217	6,9	6,9
Württemberg	19 507,63	2 580 235	132,27	21,8	29,8	31,1	165	225	235	0,104	0,1375	2,06	2,1
Baden	15 070,87	2 312 462	153,44	39,9	54,5	59,0	260	355	384	0,1145	0,146	2,97	3,07
Thüringen	11 760,56	1 607 339	136,67	21,6	22,8	20,9	158	167	153	0,100	0,101	1,25	0,85
Hessen	7 691,91	1 347 279	175,16	22,4	32,1	37,8	128	183	216	0,085	0,105	0,86	1,01
Braunschweig	3 672,05	501 875	136,67	24,3	36,0	34,7	178	263	254	0,0995	0,132	0,44	0,44
Mecklenburg-Schwerin	13 126,92	674 045	51,35	3,0	5,05	5,35	58,6	98,5	103	0,044	0,0598	0,2	0,24
Deutsches Reich *)	468 753,26	62 410 619	133,14	43,9	66,0	62,4	326	490	463	0,152	0,210	100	100
Mitteldeutschland	80 182,11	14 888 523	185,8	75,5	120,8	113,0	406	650	609	0,1796	0,2885	29,8	31,3
Rheinland-Westfalen	44 717,87	12 068 197	270,0	154,3	232,0	216,0	572	860	800	0,253	0,332	33,9	33,4
Süddeutschland	111 000,61	12 372 302	111,4	29,45	40,5	39,0	264,4	363	350	0,125	0,157	16,1	15,0
Nordwestdeutschland	61 050,26	6 874 316	112,5	22,45	34,0	32,1	199,5	302	285	0,110	0,154	6,75	6,8

* ohne Saargebiet.

Zahlentafel 2. Anteil der Größenklassen der Maschinen bei den öffentlichen Werken.

Zahl der Betriebe (*Stück*) und installierte Leistung der Maschinen in kW

Landesteil bzw. Land	für die Größenklassen: I bis 100 kW		II von 101 bis 1000 kW		III von 1001 bis 5000 kW		IV von 5001 bis 10 000 kW		V über 10 000 kW		insgesamt (Summe I bis V): absolut		in % des Deutschen Reichs (abgerundet)	
	1926	1929	1926	1929	1926	1929	1926	1929	1926	1929	1926	1929	1926	1929
Brandenburg mit Berlin	*5*	*5*	*32*	*25*	*9*	*10*	*6*	*5*	*12*	*16*	*64*	*61*	*4,5*	*4,1*
	300	309	11 870	9 216	22 906	25 171	37 296	30 846	608 480	1 277 895	680 852	1 343 437	13,2	17,9
Hannover	*30*	*30*	*33*	*39*	*6*	*7*	—	*1*	*7*	*7*	*76*	*84*	*5,4*	*5,6*
	1 516	1 494	12 737	14 882	13 970	16 470	—	6 600	136 225	186 425	164 448	207 871	3,2	2,8
Sachsen (Provinz)	*14*	*15*	*33*	*35*	*6*	*8*	*2*	*4*	*8*	*8*	*63*	*70*	*4,5*	*4,7*
	695	764	10 093	10 760	15 272	20 320	13 390	27 540	400 925	656 555	440 375	715 939	8,5	9,6
Westfalen	*11*	*9*	*31*	*29*	*5*	*10*	*3*	*2*	*9*	*11*	*59*	*61*	*4,2*	*4,1*
	647	582	11 474	11 189	9 560	18 282	23 716	15 010	316 980	447 930	362 377	492 993	7,0	6,6
Rheinland	*16*	*17*	*13*	*18*	*6*	*8*	*8*	*6*	*20*	*20*	*63*	*69*	*4,5*	*4,6*
	771	730	3 552	5 738	12 383	16 398	57 442	44 000	848 045	1 137 525	922 793	1 204 391	17,9	16,0
Preußen	*156*	*139*	*248*	*266*	*63*	*78*	*22*	*22*	*79*	*88*	*568*	*593*	*40,4*	*39,8*
	7998	7214	86 327	94 075	131 869	173 180	155 044	153 756	2 998 002	4 569 969	3 379 240	4 998 194	65,5	66,7
Bayern	*193*	*206*	*138*	*156*	*35*	*37*	*7*	*4*	*13*	*17*	*386*	*420*	*27,4*	*28,2*
	8 989	9 536	44 032	48 170	77 657	82 297	53 603	26 920	374 830	530 350	559 111	697 273	10,8	9,3
Sachsen (Freistaat)	—	*6*	*34*	*28*	*22*	*21*	*4*	*3*	*11*	*16*	*71*	*74*	*5,0*	*5,0*
	—	391	13 767	12 850	55 046	49 782	27 669	22 980	346 952	664 704	443 434	750 707	8,6	10,0
Württemberg	*64*	*58*	*63*	*64*	*17*	*21*	*3*	*4*	*5*	*6*	*152*	*153*	*10,8*	*10,3*
	3 224	3 052	24 803	24 188	34 164	42 984	23 075	30 600	99 250	136 180	184 516	237 004	3,6	3,2
Baden	*31*	*33*	*30*	*43*	*6*	*9*	*4*	*4*	*5*	*5*	*76*	*94*	*5,4*	*6,3*
	1 494	1 977	12 879	16 742	17 776	17 866	31 730	30 200	129 220	182 250	193 099	249 035	3,7	3,3
Deutsches Reich	*494*	*499*	*585*	*623*	*162*	*183*	*43*	*41*	*124*	*142*	*1408*	*1488*	*100*	*100*
	24 134	25 393	205 275	215 586	363 517	409 638	315 246	292 681	4 262 824	6 551 438	5 170 996	7 494 736	100	100
desgl. für 1930	*567*		*639*		*189*		*48*		*144*		*1587*		—	
	27 162		216 191		441 595		340 037		6 933 108		7 958 093		—	

Zahlentafel 3. Anteil der Größenklassen der Maschinen bei den Eigenanlagen.

Zahl der Betriebe (*Stück*) und installierte Leistungder Maschinen in kW

Landesteil bzw Land	für die Größenklassen: I bis 100 kW		II von 101 bis 1000 kW		III von 1001 bis 5000 kW		IV von 5001 bis 10 000 kW		V über 10 000 kW		insgesamt (Summe I bis V): absolut		in % des Deutschen Reiches (abgerundet)	
	1926	1929	1926	1929	1926	1926	1926	1929	1926	1929	1926	1929	1926	1929
Brandenburg mit Berlin	*174*	*158*	*152*	*141*	*34*	*33*	*8*	*9*	*4*	*2*	*372*	*343*	*6,1*	*6,1*
	7 201	6 453	47 964	47 855	81 011	66 903	46 260	65 580	62 000	39 300	244 436	226 091	5,6	4,6
Hannover	*142*	*121*	*124*	*119*	*33*	*29*	*2*	*4*	*2*	*3*	*303*	*276*	*5,0*	*4,9*
	5 786	5 452	39 189	40 091	76 537	67 668	13 480	24 228	39 720	66 750	174 712	204 189	4,0	4,2
Sachsen (Provinz)	*170*	*148*	*152*	*113*	*34*	*44*	*8*	*9*	*4*	*17*	*268*	*331*	*4,4*	*5,9*
	7 201	6 970	47 964	43 376	81 011	96 239	46 260	52 637	62 000	498 085	243 436	697 397	5,6	14,2
Westfalen	*213*	*163*	*128*	*128*	*65*	*67*	*29*	*28*	*24*	*27*	*459*	*413*	*7,6*	*7,3*
	9 053	7 387	40 648	41 231	165 445	179 051	196 400	182 266	431 525	519 990	843 071	929 925	19,2	18,9
Rheinland	*295*	*238*	*243*	*233*	*62*	*63*	*28*	*23*	*20*	*28*	*648*	*585*	*10,7*	*10,4*
	13 255	11 977	80 451	76 606	146 801	163 240	199 767	153 949	486 945	704 576	927 219	1 000 048	21,2	20,3
Preußen	*1520*	*1265*	*1054*	*1030*	*287*	*294*	*92*	*90*	*72*	*84*	*3025*	*2763*	*50,0*	*49,0*
	62 174	55 444	338 831	341 241	681 470	714 118	639 193	611 880	1 504 235	2 007 031	3 225 903	3 729 714	73,5	75,7
Bayern	*587*	*532*	*211*	*226*	*37*	*34*	*6*	*7*	*7*	*5*	*848*	*804*	*14,0*	*14,3*
	17 599	18 532	64 224	69 685	71 182	77 579	41 914	49 911	257 360	219 580	452 279	435 287	10,3	8,9
Sachsen (Freistaat)	*564*	*482*	*334*	*341*	*46*	*56*	*5*	*6*	*2*	*2*	*951*	*887*	*15,7*	*15,8*
	23 523	20 219	104 989	100 057	101 268	129 251	34 200	42 821	30 940	30 940	294 920	323 288	6,7	6,6
Württemberg	*200*	*190*	*119*	*119*	*19*	*15*	—	—	—	—	*338*	*324*	*5,6*	*5,7*
	9 094	9 217	36 174	39 586	38 231	33 209	—	—	—	—	83 499	82 012	1,9	1,7
Baden	*120*	*130*	*104*	*109*	*15*	*13*	—	*1*	—	—	*239*	*253*	*3,9*	*4,5*
	5 083	5 868	32 527	33 386	34 275	32 961	—	6 200	—	—	71 885	78 415	1,6	1,6
Deutsches Reich	*3367*	*2895*	*2043*	*2046*	*456*	*468*	*107*	*109*	*84*	*94*	*6057*	*5622*	*100*	*100*
	133 095	122 420	642 649	648 947	1 039 022	1 106 887	743 187	747 992	1 826 135	2 295 091	4 384 088	4 921 337	100	100
desgl. für 1930	*2726*		*1992*		*463*		*123*		*102*		*5406*		—	
	114 354		631 790		1 080 506		832 712		2 551 071		5 210 433		—	

anlagen weniger als 5 %. Hieraus läßt sich folgern, daß sich eine große Zahl kleiner Kraftanlagen in den nicht spezifiziert aufgeführten preußischen Provinzen befinden, während die Struktur bezüglich der Größenklassen in den nichtpreußischen Ländern gleichmäßiger ist als in Preußen. In den amtlichen Veröffentlichungen sind die nicht spezifiziert aufgeführten Landesteile summarisch behandelt. Von einer Verwendung dieser Ziffern wurde sowohl in den Zahlentafeln 2 und 3 als auch bei den Abb. 8 und 9 abgesehen, da es sich um strukturell verschiedene, auch örtlich nicht zusammenhängende Gebiete handelt, die dort summarisch angegeben sind. Eine Benutzung dieser Ziffern kann daher leicht zu Trugschlüssen führen.

Bei den öffentlichen Werken weisen der Freistaat Sachsen und die Provinz Hannover Lücken in einer

Entwicklung der Größenklassen der Maschinen bezogen auf 1926 = 100 %.

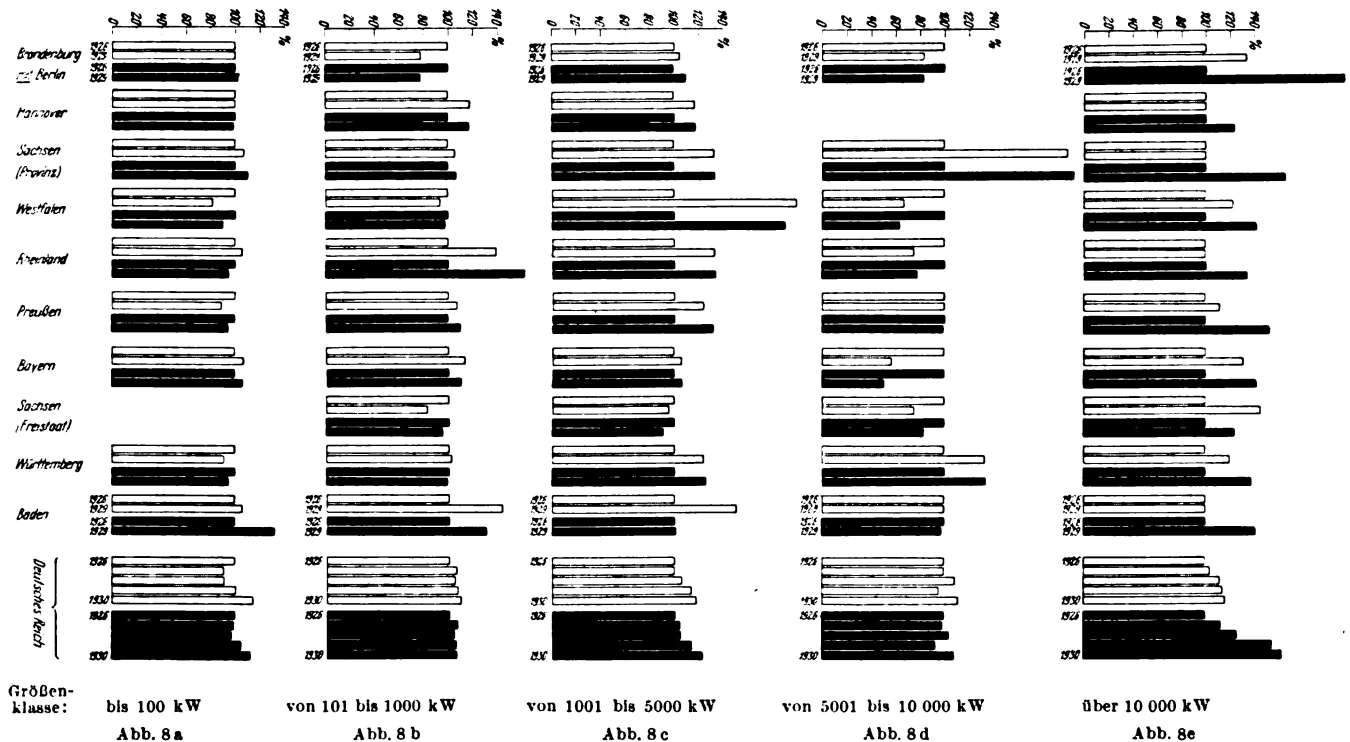


Abb. 8. Öffentliche Werke.

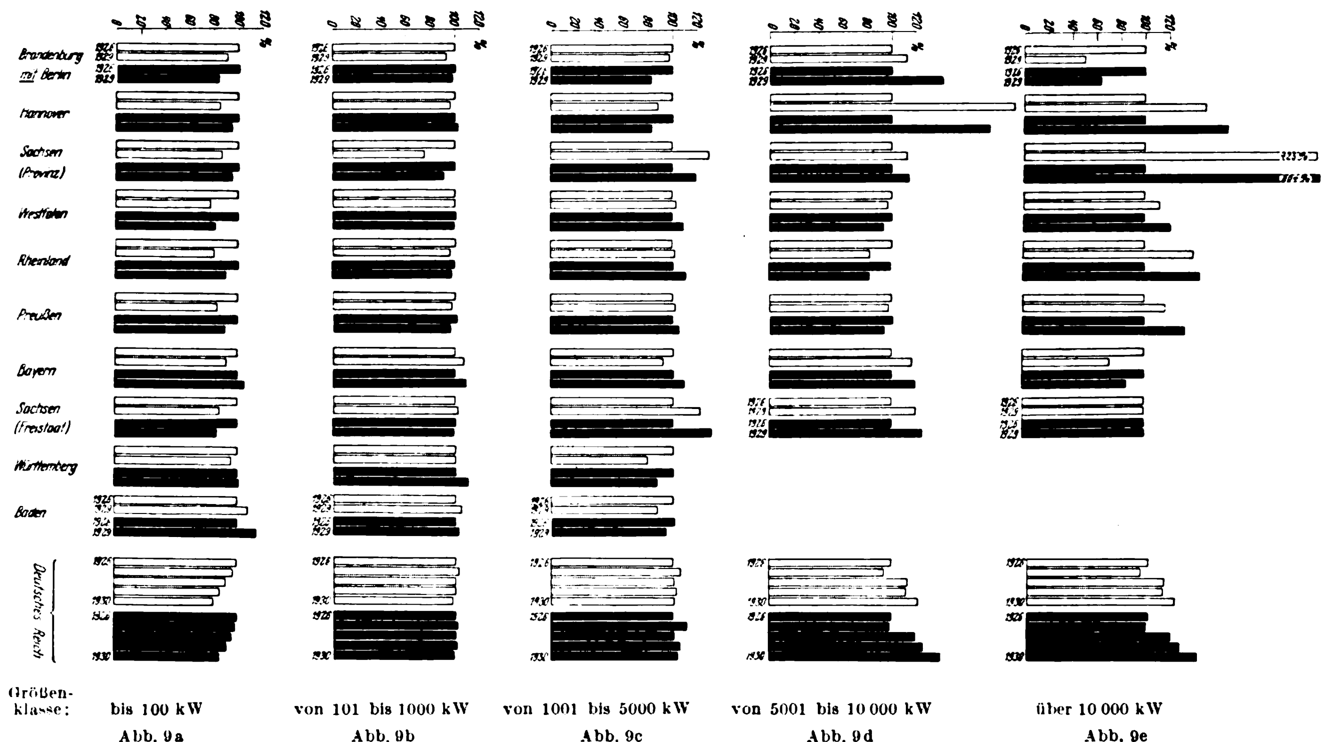


Abb. 9. Eigenanlagen.

Größenklasse auf. Dies erklärt sich daraus, daß dort laut amtlicher Veröffentlichung des Statistischen Reichsamts 1926 noch kein Betrieb dieser Größenordnung bestand, wohl aber 1929. Da der Zuwachs gegenüber der Bezugszeit (1926) relativ unendlich wäre, wurde von der Darstellung abgesehen.

Die Lücken bei den Eigenanlagen in Württemberg und Baden beruhen auf dem Fehlen entsprechender Zahlen in der amtlichen Veröffentlichung.

In einem der nächsten Hefte wird als Abschluß der vorliegenden Untersuchungen der Anteil der Energiequellen an der Stromerzeugung behandelt werden.

Nullpunktbelastung von Y/Z geschalteten Transformatoren.

Von **E. Bihari**, Berlin.

Übersicht. Es werden die Bedingungen der Nullpunktbelastung von Drehstromtransformatoren erörtert und untersucht, wie weit die gebräuchlichsten Schaltungen dieselben erfüllen. Bei der für Nullpunktbelastung am wenigsten geeigneten Y/Z Schaltung wurde die zur Klärung nicht ausreichende analytische Untersuchung durch die experimentelle ergänzt. Die Untersuchung wurde auch ausgedehnt auf die Feststellung des Einflusses von Stirnbändern. Die gefundenen Meßwerte werden bekanntgegeben und der Schluß gezogen, daß eine Nullpunktbelastung normalerweise bis zu 20% bzw. bei Anwendung von Stirnbändern bis zu 30% des Nennstromes zugelassen werden kann.

Als Nullpunktbelastung bezeichnet man einphasige Last zwischen dem Nullpunkt und einem Außenleiter. Solche Last kann dadurch entstehen, daß einphasige Belastungen (z. B. Licht) nicht gleichmäßig auf die 3 Phasen verteilt sind und im Grenzfalle nur 1 Phase belastet ist.

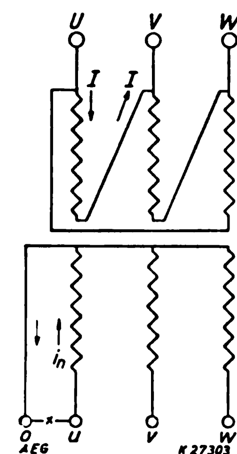


Abb. 1. Nullpunktbelastung bei Schaltung C_1.

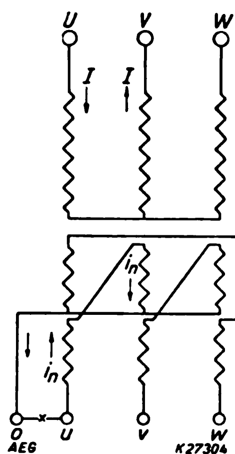


Abb. 2. Nullpunktbelastung bei Schaltung C_2.

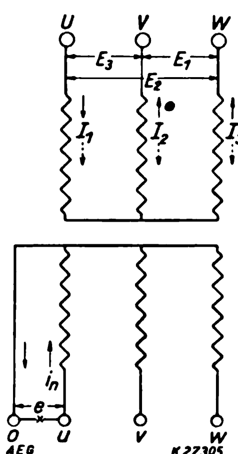


Abb. 3. Nullpunktbelastung bei Schaltung B_2.

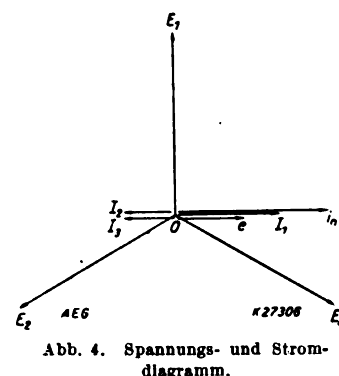


Abb. 4. Spannungs- und Stromdiagramm.

Die Regeln für die Bewertung und Prüfung von Transformatoren (R.E.T./1930, § 8) lassen bei Y/Z geschalteten Kerntransformatoren eine Belastung des Nullpunktes mit höchstens 10% des Nennstromes zu, um den bei dieser Schaltung infolge Störung des magnetischen Gleichgewichtes auftretenden Mißständen, insbesondere einer Verzerrung des Spannungsdiagramms, vorzubeugen.

Durch umfangreiche Messungen, die im Prüffeld der AEG-Transformatorenfabrik ausgeführt wurden, hat sich erwiesen, daß die Befürchtungen übertrieben sind, und die gezogene Grenze von 10% noch ohne unzulässige Nachteile erhöht werden kann. Vollbelastbarkeit des Nullpunktes bei Y/Z-Schaltung ist nur bei Vorhandensein einer Tertiärwicklung (in sich geschlossene Δ-Wicklung) möglich im Gegensatze zu Behauptungen, die man oft in Angeboten findet. Die Frage ist besonders in solchen Fällen von großer Bedeutung, wo Einheitstransformatoren, deren Unterspannungswicklung von 400/231 V Z auf 231/133 V Z umschaltbar ist, für die letztere Schaltung im Vierleitersystem verwendet werden sollen.

Zu den wichtigsten Forderungen des Transformatorenbaus gehört die Erfüllung des magnetischen Gleichgewichtes: Die Durchflutung (Amperewindungen) der Sekundärwicklung muß stets gleich sein der der Primärwicklung, abgesehen vom Magnetisierungsstrom, der zur Erregung des Kraftflusses benötigt wird. Bei unbelasteter Sekundärwicklung fließt folglich nur der Magnetisierungs- oder Leerlaufstrom.

Bei Δ/Z und Y/Z-Schaltung kann — wie aus Abb. 1 u. 2 klar zu ersehen ist — eine Störung des magnetischen Gleichgewichtes bei sekundärer Nullpunktbelastung nicht erfolgen. Bei Y/Z-Schaltung (Abb. 3) dagegen besteht nicht mehr die Möglichkeit, dem zurückfließenden Primärstrom einen Ausgleich zu schaffen. Der Rückfluß verteilt sich auf die übrigen 2 Schenkel und stört dadurch das wichtige magnetische Gleichgewicht des Transformators.

Der Einfachheit halber machen wir die Annahme, daß das Übersetzungsverhältnis des Transformators 1 : 1 ist, und daß die an sich noch unbekannten Richtungen der Ströme untereinander gleich sind (in Abb. 3 gestrichelt gezeichnet). Das magnetische Gleichgewicht muß in jedem der drei geschlossenen Kraftflußwege des Eisenkernes jederzeit gewahrt sein. Also

$$\left.\begin{aligned} i_n - I_1 + I_2 &= 0 \\ i_n - I_1 + I_3 &= 0 \\ I_2 - I_3 &= 0 \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Ferner ist nach dem Kirchhoffschen Gesetz

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0 \qquad (2)$$

Aus der Gleichungsgruppe (1) und Gl. (2) folgt

$$I_1 = \frac{2}{3}\, i_n \qquad (3)$$

$$I_2 = I_3 = -\frac{1}{3}\, i_n \qquad (4)$$

Wenn das Übersetzungsverhältnis des Transformators $x : 1$ ist, so wird

$$I_1 = \frac{2}{3}\,\frac{i_n}{x} \qquad (3a)$$

$$I_2 = I_3 = -\frac{1}{3}\,\frac{i_n}{x} \qquad (4a)$$

Gl. (3) und (4) bzw. (3a) und (4a) sind die bekannten, in der Literatur[1] oft anzutreffenden Gleichungen der primären Stromverteilung.

[1] R. Bauch, Die induktiven Vorgänge in einem Kerntransformator mit Stern-Stern-Schaltung bei einphasiger Last, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 35, S. 371, 423, 430 (1917). Korndörfer, Referat hierüber ETZ 1920, S. 200. R. Bauch, Das Verhalten des nach Y/Y geschalteten Kerntransf. bei einspuliger Last und bei Defekt, ETZ 1918, S. 245, 256. M. Vidmar, Der Transformator im Betrieb, Verlag Julius Springer, Berlin 1927. M. Vidmar, Die dreiphasige Transformation in Amerika und in Europa, ETZ 1931, S. 1481, 1484.

Wie zu ersehen, überträgt sich die sekundäre Einphasenlast auf alle 3 Primärphasen, u. zw. ⅔, d. i. 66,6 % der Sekundärlast auf die belastete Phase und das restliche ⅓ (33,3 %) mit stark verschobenen Strömen auf die unbelastete. Die Belastungsverteilung auf die Drehstromleitungen erfolgt, wie bei Transformation von Drehstrom auf Einphasen-Wechselstrom allgemein festgestellt, im Verhältnis 2 : 1 : 1. Wir weisen schon jetzt darauf hin, daß die Messungen hiervon wesentlich abweichende Werte ergeben.

Wir wollen uns noch überzeugen, daß die Netzleistung nach Größe und Phase stets gleich der einphasigen Sekundärlast ist. Zu diesem Zwecke nennen wir (siehe Abb. 3 und Abb. 4) die Momentanwerte

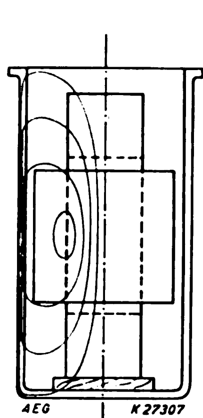


Abb. 5. Verlauf des Jochstreuflusses bei Transformatoren ohne Stirnbänder.

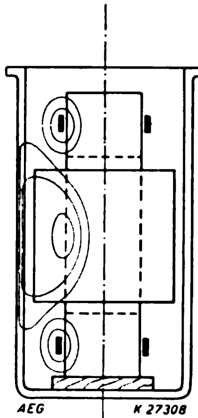


Abb. 6. Verlauf des Jochstreuflusses bei Transformatoren mit Stirnbändern.

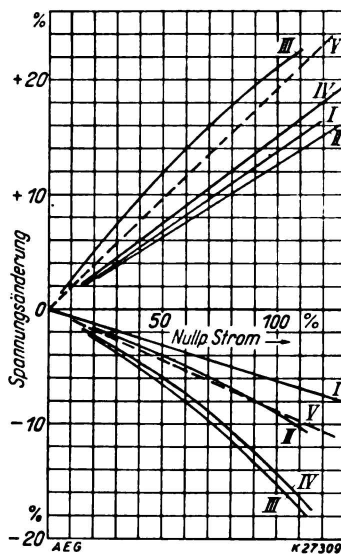


Abb. 7. Spannungsänderung in Abhängigkeit vom Nullpunktstrom.

Kurven *I* Anordnung in Luft ohne Stirnbänder
„ *II* Anordnung in Luft mit Stirnbändern
„ *III* Anordnung in Kasten ohne Stirnbänder
„ *IV* Anordnung in Kasten mit Stirnbändern
„ *V* durch Kurzschlußimpedanz mit Stirnbändern

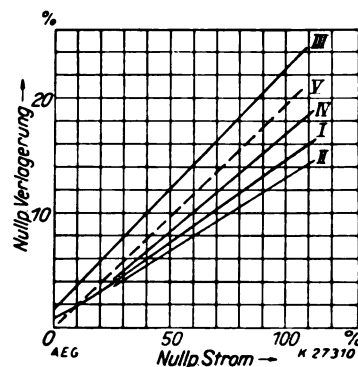


Abb. 8. Nullpunktverlagerung in Abhängigkeit vom Nullpunktstrom.

E_1, E_2, E_3 die verketteten Spannungen des Drehstromnetzes,
e die Spannung an der einphasigen Belastung,
i_n den Nullpunktstrom
N die Netzleistung.

Diese ist wie bei der in der Meßtechnik allgemein angewendeten Aronschen Schaltung (2-Wattmeter-Methode) bekanntlich

$$N = \widehat{I_2 E_1} - \widehat{E_2 I_1} \qquad (5)$$

worin E und I gerichtete Größen sind, und deshalb bei der Produktbildung nur die der Richtung des Stromes jeweils entsprechende Spannungskomponente einzusetzen ist. Unter Annahme der gleichen Vereinfachungen wie früher folgt

$$N = 0 - \sqrt{3}\, e\, \frac{1}{2} \sqrt{3} \left(- \frac{2}{3}\, i_n \right) = e\, i_n \qquad (6)$$

Zum gleichen Resultat kommt man, wenn

$$N = \widehat{E_2 I_3} - \widehat{I_2 E_3} \qquad (7)$$

$$= \sqrt{3}\, e\, \frac{1}{2} \sqrt{3}\, \frac{i_n}{3} - \sqrt{3}\, e\, \frac{1}{2} \sqrt{3} \left(- \frac{i_n}{3} \right) = e\, i_n \qquad (8)$$

Wenn man dem sekundären Belastungstrom die Primärströme nach Gl. (3) u. (4) entgegenstellt, ist an Hand der Abb. 3 leicht zu ersehen, daß die unausgeglichenen Amperewindungen an jedem Schenkel nach Phase und Größe gleich sind und je ⅓ der Amperewindungen der belasteten Sekundärphase betragen. Die Folge ist ein zusätzlicher magnetischer Fluß, der alle 3 Schenkel durchströmt und sich durch die Luft bzw. bei Öltransformatoren durch die Kastenwand schließt (Abb. 5). Da der Kasten um den Jochstreufluß eine kurzgeschlossene Windung bildet, folgt, daß in ihm starke Ausgleichströme fließen und hierdurch beträchtliche Zusatzverluste entstehen. Die übermäßige Erhitzung der Kastenwand hat wiederum zur Folge, daß die Wärmeabfuhr im Öl von Wicklung zur Kastenwand schlechter wird.

Das Eintreten der Kraftlinien in die Kastenwand kann einfach dadurch verhindert werden, daß man um die Joche herum oben und unten je eine Kurzschlußwindung in Gestalt eines Kupferbandes, ein sog. „Stirnband" anbringt (Abb. 6). Diese Maßnahme wird bekanntlich schon angewendet, um das von der dritten Harmonischen des Magnetisierungsstromes herrührende einphasige Zusatzfeld abzusperren.

Zur Verfügung stand ein normaler, listenmäßiger Transformator für 200 kVA, 50 Hz, 6000 ± 4 % / 462 V, 19,2 / 250 A in Schaltung A 2 (⅄ / ⅄). Die Versuche wurden sowohl in Luft wie im Kasten abwechselnd mit geöffneten und geschlossenen Stirnbändern ausgeführt. Die Speisung des Transformators erfolgte von einem Generator 800 kVA aus, dessen Spannung von 580 V über einen Vorschalttransformator auf 6000 V transformiert wurde. Mit Hilfe eines an dasselbe Netz geschalteten Nullpunkttransformators wurde ein stabiler künstlicher Nullpunkt geschaffen und die Spannnung zwischen beiden Nullpunkten gemessen. Die Belastung bestand aus induktionsfreien Heizwiderständen. Eine Zusammenstellung der Meßwerte gibt Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1. Meßwerte bei einphasiger Belastung eines ⅄ / ⅄ geschalteten Transformators zwischen dem Nullpunkt und einem Außenleiter.

Anordnung in	Stirnbänder	Nullp.-Strom Amp.	Oberspannung										Unterspannung					
			Amp.			Volt verkettet			Volt je Phase			Nullp.-Verl. Volt	Volt verkettet			Volt je Phase		
		w-o	U	V	W	U-V	V-W	W-U	U-O	V-O	W-O		u-v	v-w	w-u	u-o	v-o	w-o
Luft	offen	0	sehr klein			6050	6050	6050	3500	3500	3500	34	466	464	464	269	269	269
		133	4,6	2,7	7,4	6160	6180	6000	3390	3480	3790	278	478	475	459	289	266	262
		210	7,1	4,6	11,7	6190	6230	5970	3330	3410	3920	438	483	478	437	305	258	257
		233	7,8	5,1	12,7	6210	6280	5970	3335	3380	3980	487	485	481	452	308	258	257
		273	9,8	5,7	15,2	6320	6400	6020	3360	3420	4120	573	495	487	456	318	260	258
	geschl.	133	4,5	2,7	7,2	6130	6140	5980	3390	3420	3710	250	474	473	456	287	262	259
		197	6,5	4,4	10,8	6080	6150	5880	3310	3370	3830	372	476	473	449	296	260	251
		262	8,7	5,5	13,9	6210	6270	5950	3270	3430	3950	482	486	478	450	307	264	248
Kasten	offen	0	sehr klein			5980	5990	5980	3450	3450	3440	51	463	461	462	265	265	265
		124	4,8	2,5	7,2	6120	6160	5990	3300	3370	3910	429	476	471	456	302	260	252
		250	9,6	5,1	14,5	6260	6320	5980	3090	3460	4320	806	489	481	451	333	267	233
	geschl.	0	sehr klein			5980	5990	5980	3445	3450	3470	28	464	463	463	266	266	266
		125	4,5	2,5	6,8	6130	6150	5970	3310	3450	3770	290	475	474	459	291	266	254
		257	9,0	5,5	14,4	6280	6340	6000	3310	3570	4150	622	490	483	453	319	275	235

Zahlentafel 1 enthält einige merkwürdige Eigenheiten. Wie bereits früher angedeutet, erfolgt die primäre Stromverteilung nicht entsprechend Gl. (3) und Gl. (4) im Verhältnis 66,6 : 33,3 : 33,3 (%) der Sekundärlast, sondern fast ohne Rücksicht auf die Nullpunktbelastung und andere äußere Umstände (Aufstellung, Stirnbänder) im Verhältnis etwa 74 : 28 : 46 (%). Die Ursache liegt darin, daß die Spannungsänderungen in jeder Phase sowie die Streuungen der Phasen wechselweise untereinander anders sind (s. Abb. 11). Hieraus folgt, daß die Stromaufnahme in den unbelasteten Phasen auch nicht gleich werden kann.

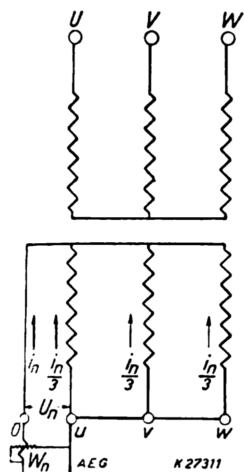


Abb. 9. Kurzschlußimpedanz-Messung.

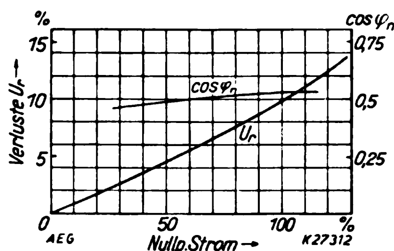


Abb. 10. Kurzschlußimpedanz-Meßwerte.

Wenn man die prozentualen Spannungsänderungen in Abhängigkeit vom Nullpunktstrom kurvenmäßig aufträgt (Abb. 7), zeigt sich, daß die Anwesenheit der Stirnbänder bei Anordnung im Kasten auf den Spannungsabfall der belasteten Phase fast keinen Einfluß hat — derselbe beträgt bei 100 % Nullpunktstrom rd. 14 % — dagegen ist die Spannungserhöhung in der einen unbelasteten Phase beim Transformator mit Stirnbändern kleiner als bei solchen ohne Stirnbänder (bei Anordnung im Kasten 15 % gegen 21 %). Auf die Verlagerung des Oberspannungs-Nullpunktes haben die Stirnbänder ebenfalls einen günstigen Einfluß (Abb. 8). (Die schon beim Leerlauf gemessene Nullpunktverlagerung rührt von dem einphasigen Zusatzfluß der dritten Harmonischen her.) Dagegen bringen die Stirnbänder bei Anordnung des Transformators in Luft (Trockentransformator), wo der Jochstreufluß nur durch die Luft geschlossen wird und nicht von der Kastenwand ferngehalten zu werden braucht, Nachteile, weil die in denselben auftretenden Ausgleichströme Zusatzverluste verursachen. Alle in Abb. 7 und 8 eingetragenen Werte beziehen sich auf eine starre verkettete Primärspannung von 6 kV.

W_n kann auch der Kurzschlußwinkel φ_n leicht ermittelt werden, nämlich

$$\cos\varphi_n = \frac{W_n}{U_n\, i_n} \tag{9}$$

Hierin bedeuten U_n die Kurzschlußspannung in Volt, i_n den Nullpunktstrom in Ampere und W_n die durch das Einphasen-Zusatzfeld verursachten Verluste in den Stirnbändern bzw. in der Kastenwand in Watt. (Die ohmschen Verluste der Wicklung sind im Verhältnis zu den Zusatzverlusten sehr gering, sie betrugen nur etwa 5 % der Gesamtverluste.)

Aus der Wattkomponente

$$U_r = \frac{W_n}{i_n}, \tag{10}$$

der Kurzschlußspannung U_n und dem Kurzschlußwinkel φ_n kann das Kurzschlußdreieck und somit das verzerrte Spannungsdiagramm leicht aufgestellt werden (Abb. 11). Diesem Diagramm wurde auch die Belastung der W-Phase zugrunde gelegt. Wie aus demselben zu ersehen ist, ist die Größe der Nullpunktverlagerung unabhängig von dem Belastungs-$\cos\varphi$. Der verlagerte Nullpunkt $0'$ bewegt sich folglich auf einem mit der Kurzschlußspannung U_n als Radius beschriebenen Kreisbogen.

In Abb. 10 sind die gemessenen prozentualen Verluste und $\cos\varphi_n$ [s. Gl. (9)] als Funktion der Nullpunktbelastung kurvenmäßig aufgetragen.

Die Änderung der Phasenspannungen U' V' W' läßt sich nach Abb. 11 unter Anwendung des Cosinus-Satzes wie folgt ermitteln:

$$\left.\begin{aligned} W'_{ph} &= \sqrt{U_{ph}^2 + U_n^2 - 2\,U_{ph}\,U_n \cos(\varphi_n - \varphi)} \\ V'_{ph} &= \sqrt{U_{ph}^2 + U_n^2 - 2\,U_{ph}\,U_n \cos[120^\circ - (\varphi_n + \varphi)]} \\ U'_{ph} &= \sqrt{U_{ph}^2 + U_n^2 - 2\,U_{ph}\,U_n \cos[120^\circ + (\varphi_n - \varphi)]} \end{aligned}\right\} \tag{11}$$

da $\qquad U_{ph} = V_{ph} = W_{ph}$

Bei $\cos\varphi = 1$ — der häufigste Fall bei Einphasenlast — vereinfachen sich obige Gleichungen zu (s. Abb. 11 a)

$$\left.\begin{aligned} W'_{ph} &= \sqrt{U_{ph}^2 + U_n^2 - 2\,U_{ph}\,U_n \cos\varphi_n} \\ V'_{ph} &= \sqrt{U_{ph}^2 + U_n^2 - 2\,U_{ph}\,U_n \cos(120^\circ - \varphi_n)} \\ U'_{ph} &= \sqrt{U_{ph}^2 + U_n^2 - 2\,U_{ph}\,U_n \cos(120^\circ + \varphi_n)} \end{aligned}\right\} \tag{11a}$$

Die nach diesen Gleichungen errechneten Spannungsänderungen sowie die gemessenen Nullpunktverlagerungen wurden zum Vergleich mit den früheren Meßwerten in Abb. 7 bzw. 8 gestrichelt eingetragen.

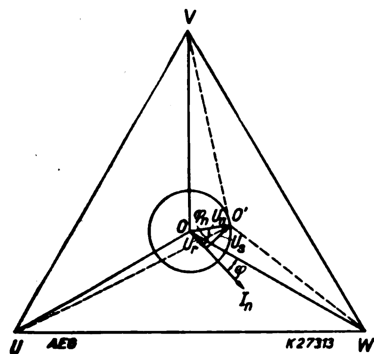


Abb. 11. Nullpunktverlagerung bei induktiver Belastung.

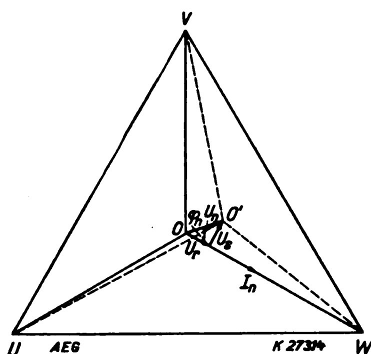


Abb. 11 a. Nullpunktverlagerung bei induktionsfreier Belastung.

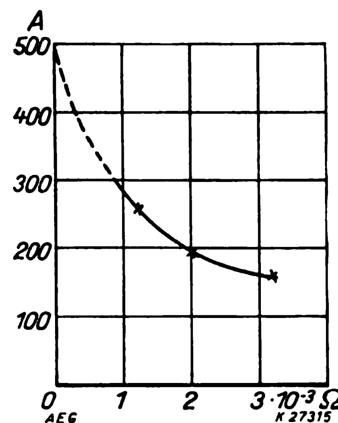


Abb. 12. Ausgleichstrom im Stirnband.

Da der Generator dem Druck der Einphasenlast nachgab und infolgedessen eine Verzerrung seines Spannungsdreiecks erleiden mußte, geben die Meßwerte der Zahlentafel 1 kein genaues Bild über die Verhältnisse bei Nullpunktbelastung. Man kann die Nullpunktverlagerung genauer feststellen, indem man an dem Transformator bei dem in Frage kommenden Nullpunktstrom i_n die hierbei auftretende Kurzschlußimpedanz ermittelt (Abb. 9).

Wegen der gleichmäßigen Verteilung der Last auf die 3 Phasen kann eine Verzerrung des Spannungsdreiecks nicht eintreten. Durch gleichzeitige Messung der Verluste

Die Belastung war induktionsfrei, also $\cos\varphi = 1$. Die Stirnbänder waren geschlossen.

Nun ist die prozentuale Spannungsänderung (Abfall oder Erhöhung)

$$u_\varphi = \frac{U'_{ph}}{U_{ph}} \cdot 100\,\% \tag{12}$$

und die prozentuale Nullpunktverlagerung

$$u_n = \frac{U_n}{U_{ph}} \cdot 100\,\%. \tag{13}$$

Zur Bestimmung des Einflusses der Stirnbänder auf die Zusatzverluste sowie zur Feststellung ihrer Erwärmung wurden Dauerlastversuche beim einphasigen Kurzschluß mit 150 A (60 % des Nennstromes) vorgenommen.

Über die Meßergebnisse gibt Zahlentafel 2 Aufschluß.

Zahlentafel 2. Meßwerte bei einphasigem Kurzschluß.

Anordnung in	Stirnbänder	Nullp. Strom A	Oberspannung Amp. U	Amp. V	Amp. W	Volt U-V	Volt V-W	Volt W-U	Verluste Watt	Temperaturen Raum	Öl	Stirnband oben	Stirnband unten	Bemerkungen
Luft	offen	≈ 150	4,06	4,00	8,06	817	823	826	998	20	—	—	—	kalt
	geschl.	„	3,97	3,96	7,96	660	657	663	1675	20	—	160	180	nach Dauerlast
Kasten	offen	„	4,04	3,98	7,96	1177	1183	1186	3102	22	22	—	—	kalt
	geschl.		3,86	3,85	7,74	805	808	817	2787	25	45	112	132	nach Dauerlast

Schließlich ist versucht worden, die Stärke des in den Stirnbändern fließenden Stromes festzustellen. Da der Widerstand des Meßinstrumentes im Vergleich zu dem des Stirnbandes viel zu groß ist, wurden zu den mehrmals wiederholten Messungen bei ungefähr gleicher Stromstärke Instrumente mit verschiedenen Widerständen benutzt. Wenn man nun die gemessenen Stromstärken im Verhältnis zum Instrumentenwiderstand in einem Koordinatensystem aufträgt, schneidet die die Punkte verbindende Kurve bei 0 Ω den richtigen Wert für die gesuchte Stromstärke.

Wie Abb. 12 zeigt, dürfte an unserem Versuchstransformator bei 50 % Nullpunktstrom (125 A) in jedem Stirnband ein Strom von etwa 500 A fließen. Das sind je Stirnband etwa 7,5 % der Amperewindungen an der belasteten Sekundärphase. Also, wie zu ersehen, ist die Wirksamkeit der Stirnbänder verhältnismäßig klein, da sie insgesamt nur 15 % der Einphasenlast aufnehmen, während 18 % weiter streuen und ihren schädlichen Einfluß geltend machen.

Wenn man eine Nullpunktverlagerung von 5,5 % noch für zulässig hält, so ergibt sich aus Abb. 7 und 8, daß die Nullpunktbelastung betragen darf:

1. bei Transformatoren ohne Stirnbänder max. 20 % des Nennstromes,
2. bei Transformatoren mit Stirnbändern max. 30 % des Nennstromes;

der Spannungsabfall beträgt bei 1. rd. 2,5 %, bei 2. rd. 3 %; die Spannungserhöhung beträgt bei 1. rd. 5 %, bei 2. rd. 5,5 %,

und der Verlust beträgt etwa bei 1. 2,5 %, bei 2. 2,5 %.

Auch wenn die nach R.E.T./1930 allgemein zugelassene Nullpunktverlagerung von 3,5 % — entsprechend der Nullpunktbelastung von 10 % — für Transformatoren mit Stirnbändern angewendet wird, ist eine Nullpunktbelastung von 20 % zulässig.

Zum Schluß möchte ich Herrn Ing. G. Laubinger, der mich durch die Ausführung der Versuche wesentlich unterstützte, meinen Dank aussprechen.

Das Elektro-Metallspritz-Verfahren.

Während beim Schoopschen Metallspritz-Verfahren[1] bisher das Metall durch eine Preßgasflamme geschmolzen wurde, ist das Elektro-Metallspritz-Verfahren[2] im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß zwei Drähte mit einer elektrischen Leitung verbunden und mit Hilfe eines geeigneten Mechanismus so bewegt werden, daß sich die Drahtenden berühren, wobei ein Kurzschluß zustande kommt. Das schmelzende Metall wird durch einen die Kurzschlußstelle umgebenden Preßluftstrahl fortgeschleudert, der Kontakt wird unterbrochen, und es entsteht ein Lichtbogen, welcher das weitere Abschmelzen der mechanisch nachgeschobenen Drähte besorgt. Man darf annehmen, daß der Lichtbogen durch den kräftigen Preßluftstrahl ausgeblasen wird, dann kommen die Drahtenden wieder in Berührung und der Vorgang erneuert sich. Das Zustandekommen eines Kurzschlusses läßt sich bei Verwendung von Wechselstrom leicht durch die akustische Wirkung bestätigen; bei Gleichstrom dagegen brennt der gebildete Unterbrechungs-Lichtbogen scheinbar ruhig, ohne daß man auf das Vorhandensein von Unterbrechungen schließen könnte. Die Annahme, daß auch beim Gleichstrom-Lichtbogen der Kurzschluß eine gewisse Rolle spielt, konnte jedoch durch Beobachtung des Lichtbogens im rotierenden Spiegel bestätigt werden. Der Lichtbogen zwischen Metallelektroden ist bekanntlich nicht besonders stabil, so daß das Zustandekommen eines ruhig brennenden Bogens zwischen dünnen Drahtelektroden überraschend erscheint, zumal ein kräftiger Preßluftstrahl von rd. 300 m/s direkt auf den Lichtbogen gerichtet ist. Besonders bemerkenswert ist, daß man mit einer Spannung von nur 35 ··· 40 V auskommt und daß diese Spannung bei Benutzung von Wechselstrom bis auf 20 V fallen kann.

In einem Untersuchungsbericht von Prof. D. Korda heißt es u. a.: „Da der Lichtbogen sehr kurz ist und auch Strom von bedeutender Stärke durchgeht (bei den beschriebenen Versuchen etwa 45 A), so ist auch der innere Lichtbogen stark ionisiert und mit Metalldampf von großer Dichte ausgefüllt. Man darf ohne weiteres sagen, daß man es im Falle der elektrischen Schoop-Pistole mit einem *besonderen Lichtbogen* zu tun hat, dessen hohe Stabilität durch die beträchtliche Ionisation sowie die große Dichte des Metalldampfes im Innern des Lichtbogens bedingt ist. Auch dürfte die Tatsache mitsprechen, daß wegen des geringen Elektrodenquerschnitts der Lichtbogen nicht wandern kann."

Es kann mit Bestimmtheit angenommen werden, daß die Temperatur am Schmelzort über 4000 ° C beträgt, so daß es keinerlei Schwierigkeiten bereitet, Hartmetalle, wie Molybdän, Chrom, Wolfram und deren Legierungen, zu zerstäuben und auf beliebige Oberflächen aufzutragen. Die Teilchen des Strahlkegels sind beim Auftreffen so heiß, daß sie sich z. B. in eine Quarz- oder Glasplatte einschmelzen, wobei eine homogene, gleichmäßige Metallhaut entsteht, die von der Unterlage unter keinen Umständen zu trennen ist. Das Verfahren ist z. B. geeignet, Durchführungsdrähte für Glühlampen und Radioröhren an den mit Glas in Berührung kommenden Stellen mit Platin zu überziehen. — Zum Schluß mag noch erwähnt werden, daß die Elektropistole (vgl. Abb. 1) im Betrieb mit einiger Vorsicht zu verwenden ist, weil der kleine Lichtbogen große Mengen ultravioletter Strahlen aussendet. Ohne Benutzung einer Schutzbrille genügen 8 ··· 10 s, um eine unerfreuliche Regenbogenhaut-Entzündung zu veranlassen.

fi

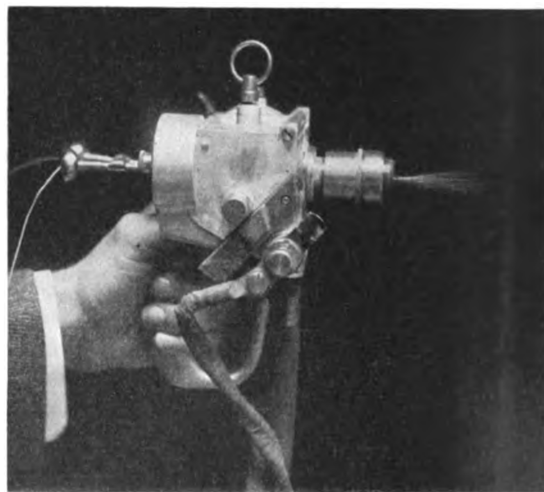


Abb. 1. Elektropistole nach U. Schoop.

[1] Vgl. z. B. ETZ 1928, S. 1826.
[2] Hersteller der Pistole: M. U. Schoop, Zürich 5, Hardturmstr. 78.

Die Elektresor-Kassensicherung „E/III“ mit Blockierungsapparat (DRP.).

Von Ziviling. **Walter Blut**, Berlin.

Übersicht. Im folgenden wird eine neue Einrichtung beschrieben, mittels welcher bei elektrischen Tresor- und Geldschranksicherungen die Anwendung empfindlicher Kontaktorgane zur Verhinderung des unbemerkten Öffnens der Tresortüren entbehrlich gemacht und eine völlig blindalarmfreie Arbeitsweise derartiger Anlagen erzielt wird.

In der ETZ 1925, S. 150, wurde eine Beschreibung der „Elektresor-Kassensicherung E/III“ gebracht, bei welcher (s. Abb. 1) als Alarmerreger vor den Tresortüren aufgehängte empfindliche Kontaktapparate 508 derart in Wheatstonescher Brückenschaltung mit einer Alarmzentrale 504 zusammenarbeiten, daß bei gewissen Erschütterungen sowie bei dem Versuche, den Kontaktapparat 508 zwecks Öffnens der Tresortür von seinem Platze zu entfernen, unweigerlich Alarmgabe erfolgt, indem ein in den Kontaktapparat 508 eingebauter sehr empfindlicher Pendelkontakt in Bewegung gesetzt und zur Störung des Schaltungsgleichgewichtes durch Kurzschließen des miteingebauten Überwachungswiderstandes veranlaßt wird.

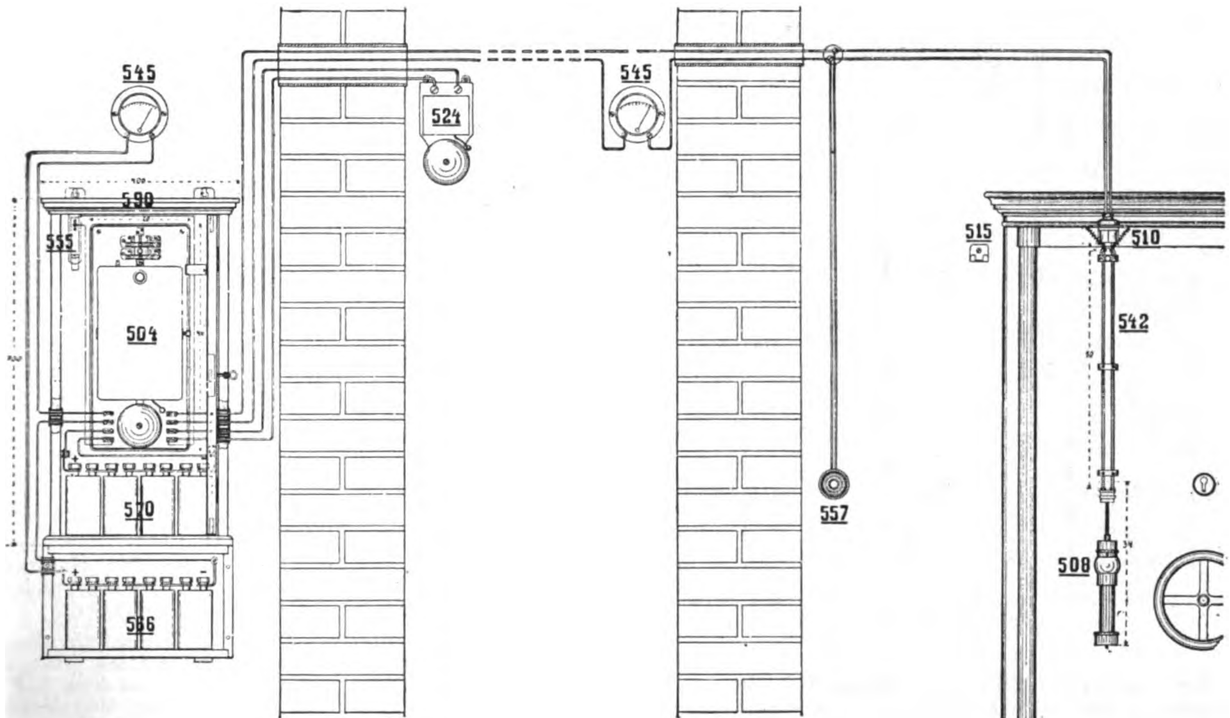


Abb. 1. Elektresor-Kassensicherung E/III mit durch Kontaktapparat 508 gesichertem Geldschrank.

Da nun der Pendelkontakt des Kontaktapparats 508 notwendigerweise empfindlich hergerichtet werden muß, um im Notfalle auch den mit ihm erstrebten Zweck zu erfüllen, so ergibt sich aus dieser Empfindlichkeit anderseits leider auch die Neigung desselben zu Blindalarmierungen, u. zw. sowohl durch unbeabsichtigte Bewegungen als auch durch Veränderungen der normalen Lage des Pendels bei etwaiger unvorsichtiger Behandlung des Kontaktapparats 508 beim täglichen Aufhängen vor der Tresortür bzw. Wiederabhängen.

Nach jahrzehntelangen Bemühungen ist es nun neuerdings gelungen, einen vollwertigen und dabei unempfindlichen Ersatz für die bisherigen empfindlichen Kontaktapparate aufzufinden, und als Ergebnis dieser Versuche und Überlegungen liegt nunmehr ein als „Geldschrank-Blockierungsapparat“ bezeichneter Apparat einfacher Form vor.

Die neue Ausführung ist allerdings nicht, wie früher z. B. der Kontaktapparat 508, zum Schutze von Tresortüren oder Geldschränken allein verwendbar, sondern nur in Verbindung mit sog. Schutzbespannungen der Türen und sonstigen Außenflächen der Wertbehälter.

In Abb. 2 ist eine Elektresor-Kassensicherungsanlage E/III mit dem neuen Blockierungsapparat 540 veranschaulicht. Letzterer besteht, wie ersichtlich, lediglich aus einem flachen Kästchen, in dessen dem Geldschranke zugekehrter Fläche zwei Anschlußkontaktbuchsen eingelassen sind, welche durch Aufstecken auf am Geldschrank festmontierte Verbindungsteckerelemente 541 (gleicher Art wie die neben dem Geldschranke angedeutete Vorrichtung 541 für Tageskontakt) mit der übrigen Schaltung der Sicherungsanlage Verbindung erhalten.

Außer den beiden Anschlußbuchsen enthält der Blockierungsapparat 540 aber auch noch einen mit diesen verbundenen Überwachungswiderstand, welcher selbst ganz oder teilweise als Schutzbespannung für den Apparat 540 dient und über dessen Außenseiten so verteilt ist, daß ohne seine Zerstörung bzw. ohne Aufhebung seines Zusammenhanges mit der übrigen Schaltung und dadurch bedingte Alarmauslösung an die Anschlußkontaktbuchsen bzw. den Verbindungstecker 541 nicht heranzukommen ist, sobald sich der Blockierungsapparat 540 am Geldschranke befindet und die Gesamtschaltung unter Überwachungstrom steht.

Zudem ist der als Schutzbespannung benutzte Überwachungswiderstand des Kastens 540 aber auch noch von zwei Metallfolien rings umgeben, welche mit seinen Endpolen und somit auch mit den Anschlußbuchsen so verbunden sind, daß bei etwaigem Durchbohren des selbstverständlich außerdem vorhandenen äußeren Metallschutzmantels des Apparats 540 durch das Bohrwerkzeug Kurzschluß der Metallfolien untereinander und damit des Überwachungswiderstandes bzw. der gesamten Geldschrankverbindungsleitungen verursacht wird, noch bevor die Zerstörung der Schutzbespannung und hierdurch Alarmauslösung entsteht.

Die Anschlußbuchsen sind außerdem so hergerichtet, daß nur bei ordnungsmäßig steckendem Blockierungsapparat die richtige Verbindung des als Schutzbespannung benutzten Überwachungswiderstandes mit der übrigen Schaltung besteht, dagegen Kurzschluß der zum Geldschranke führenden Verbindungsleitungen bzw. der Anschlußstecker über untere, untereinander direkt verbundene Teile der Buchsen auch dann entsteht, sobald

versucht wird, den Blockierungsapparat auch nur um wenige Millimeter von seinen Steckkontakten 541 abzuziehen.

Wie Abb. 2 zeigt, wird der zur Aufnahme des neuen Blockierungsapparats 540 dienende Anschlußsteckersatz 541 selbstverständlich so am Geldschranke an passender Stelle montiert, daß nach dem Aufstecken des Blockierungsapparats ein Teil des letzteren ein Stück der Öffnungsfuge der Geldschranktür überdeckt derart, daß es unmöglich ist, die Geldschranktür zu öffnen, ohne dabei gegen den Blockierungsapparat zu stoßen und ihn von seinem Anschlußstecker abzureißen.

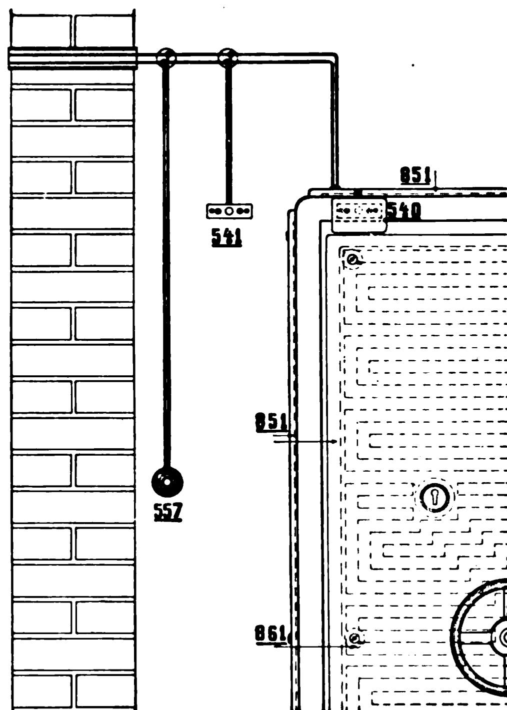


Abb. 2. Geldschrank durch Blockierungsapparat 540 und Schutzbespannungen 851 gesichert.

Befindet sich nun der Blockierungsapparat 540 ordnungsmäßig am Geldschranke und steht die Sicherungsanlage unter Überwachungstrom, so ist es, wie ersichtlich, nicht möglich, sich ohne sofortige Alarmauslösung an dem Blockierungsapparat zu schaffen zu machen oder die Tür des Geldschrankes auch nur um ein weniges zu öffnen, wohl aber könnte versucht werden, den Panzer der Tür oder der Außenseiten aufzubrechen oder aufzuschweißen und so an den Inhalt des Schrankes heranzukommen, ohne den Blockierungsapparat zu entfernen. Um dieses durch sofort einsetzende Alarmauslösung ebenfalls mit vollkommen ausreichender Sicherheit zu verhindern, genügt es, die Außenflächen der Tür und der Seitenwände des Geldschrankes mit Bespannungsplatten 851 — wie mitveranschaulicht — zu belegen, deren aus sehr dünnen Drähten bestehende und ebenfalls als Überwachungswiderstände in die Sicherheitschaltung miteinbezogene, auf der Innenseite der Platten verlegte und durch Emaillack fixierte Schutzbespannung bei jedem Angriffsversuche von außen her sofort so beschädigt wird, daß Leitungsbruch und damit wiederum Alarmauslösung verursacht wird.

Selbstverständlich werden auch die Bespannungsplatten derart mittels besonders konstruierter Halte- und Kontaktvorrichtungen 861 am Geldschranke befestigt, daß es ohne sofortige Alarmauslösung unmöglich ist, die Platten auch nur um wenige Millimeter von einer ihrer Haltevorrichtungen abzuheben.

Wie aus dem Gesagten hervorgeht, ist mit dem neuen Blockierungsapparat in Verbindung mit Schutzbespannung und Wheatstonescher Sicherheitschaltung nunmehr eine Kassensicherungseinrichtung geschaffen, welche trotz völliger Unempfindlichkeit gegen irgendwelche Erschütterungen und auch gegen nicht besonders vorsichtige Behandlung der Blockierungsapparate dennoch jeden nur denkbaren Schutz gegen unbemerkten Einbruch gewährleistet und dabei sowohl hinsichtlich Betriebskosten wie Bedienung nur ganz minimale Anforderungen stellt.

Ebensowohl wie zum Schutze von Panzerschränken kann die neue Sicherungseinrichtung naturgemäß auch zum Schutze jedes aus beliebigem anderem Material bestehenden Wertbehälters benutzt werden, da die Zuverlässigkeit der Schutzwirkung vom Material der geschützten Objekte an sich gänzlich unabhängig ist.

Durch Miteinbau von Wärmekontakten können natürlich auch die Blockierungsapparate 540 für selbsttätige Feuermeldung hergerichtet werden.

Mitteilungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Bekanntmachung über Prüfungen und Beglaubigungen durch die Elektrischen Prüfämter[1].

Nr. 321.

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. VI. 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, ist die folgende Stromwandlerform zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihr das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden.

System 22, die Form J 25, Trockenstromwandler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den **Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft** in Nürnberg.

Berlin-Charlottenburg, den 28. VII. 1932.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Paschen.

Beschreibung.

System 22,

die Form J 25, Trockenstromwandler für einphasigen Wechselstrom, hergestellt von den Siemens-Schuckertwerken Aktiengesellschaft in Nürnberg.

Die Stromwandler der Form J 25 können für die Frequenz von 50 Hz für primäre Stromstärken von 5 bis 600 A, für die sekundäre Stromstärke von 5 A, für eine sekundäre Nennbürde von 0,6 Ω und für eine Betriebsspannung bis 750 V beglaubigt werden. Die Stromwandler haben jeweils primär einen Meßbereich. Die Prüfspannung für die Wicklungsprobe der Primärwicklung gegen Sekundärwicklung und Gehäuse beträgt 5000 V.



Abb. 1.

Der mantelförmige Eisenkern trägt auf seinem mittleren Schenkel die Sekundärwicklung, darüber die Primärwicklung. Der Wandler ist in ein zweiteiliges Blechgehäuse eingebaut, das an 2 Stellen plombiert werden kann. Am Topfoberteil ist ein Preßmasseklemmenstück angeschraubt, durch das Primär- und Sekundärwicklung eingeführt werden. Der Topfoberteil enthält Erdungsschraube und Leistungsschild. Der Wandler kann mit einer plombierbaren Metallschutzkappe versehen werden, welche entweder nur die Sekundärklemmen oder die Primär- und Sekundärklemmen überdeckt. Die Abb. 1 läßt den äußeren Aufbau eines Wandlers erkennen.

[1] Reichsministerialblatt 1932, S. 488.

RUNDSCHAU.

Elektrizitätswerke und Kraftübertragung.

Wasserkraftwerke Swir und Kraftübertragung nach Leningrad. — Der Fluß Swir entströmt dem Onega-See und mündet in den Ladoga-See. Da der Onega-See als natürliches Staubecken eine außerordentlich günstige Gelegenheit zur Regelung der Abflußmenge bietet (das Verhältnis der minimalen zur maximalen Abflußmenge beträgt 1 : 11), konnte für den Ausbau der Kraftwerke eine Wassermenge von 1200 m³/s zugrunde gelegt werden. Das gesamte Gefälle beträgt 28,5 m, wobei auf die Stromschnellen 27,5 m entfallen. Nach dem ersten Projekt sollten drei Wasserkraftwerke errichtet werden[1]. Die Berechnungen ergaben aber, daß der Bau von zwei Kraftwerken, trotzdem größere Bodenflächen überschwemmt werden, wirtschaftlicher ist, und man entschloß sich für das zweite Projekt, welches zur Zeit ausgeführt wird. Die Lage der beiden Kraftwerke sowie die Fernleitung nach Leningrad mit Anschluß an die „Elektrotok"-Zentralen — Wolchow (VI), Roter Oktober (V), Dubrowka (befindet sich im Bau) und die Umspannwerke — sind aus dem Lageplan ersichtlich.

D e r e r s t e A u s b a u, K r a f t w e r k II (Nischneswirskaja) — liegt 143 km vom Flußursprung und 240 km von Leningrad entfernt. Nutzgefälle 10,5 m. Normalleistung 115 000 PS (80 MW), Maximalleistung 140 000 PS (100 MW), erzeugte Energie jährlich 540 · 10⁶ kWh.

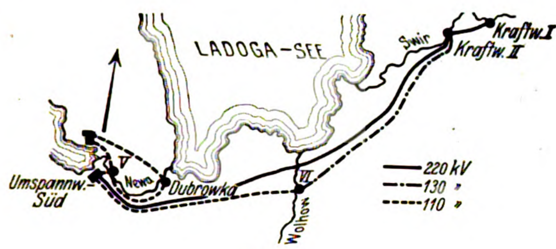


Abb. 1.

D e r z w e i t e A u s b a u, K r a f t w e r k I (Werchneswirskaja) liegt 96 km vom Flußursprung und 272 km von Leningrad entfernt. Nutzgefälle 14,0 m. Normalleistung 150 000 PS (105 MW), Maximalleistung 200 000 PS (140 MW), erzeugte Energie jährlich 720 · 10⁶ kWh.

Die gesamte Höchstleistung der vollendeten Kraftwerke Swir beträgt somit 240 MW. Bei der Wahl der Spannung für die Kraftübertragung wurden die Spannungen 220 kV, 165 kV und 130 kV auf ihre Wirtschaftlichkeit untersucht. Die Berechnungen ergaben, daß 220 kV am wirtschaftlichsten sind, und für die Ausführung wurde diese Spannung zugrunde gelegt. Die Swir-Kraftübertragung wird somit die erste Anlage in der UdSSR mit einer so hohen Spannung sein (Dnjeprostroi 165 kV).

Das K r a f t w e r k II umfaßt vier Maschinensätze. Die Turbinen sind Kaplan-Turbinen mit vertikaler Welle und haben eine Leistung von je 30 000 PS (max. 37 000 PS) bei einer Umdrehungszahl von 75 U/min. Drei Turbinen wurden in Schweden (Christianhamn) bestellt, während die vierte von der Metallfabrik in Leningrad geliefert wird. Dagegen werden alle vier Generatoren in Leningrad in den Werken „Elektrosila" gebaut. Die Erregung der Hauptgeneratoren erfolgt durch fünf getrennte Erregersätze (ein Satz als Reserve). Die Antriebsmotoren der Erregersätze erhalten Strom von besonderen Erreger-Sammelschienen, die von zwei Turbosätzen mit Generatoren 2200 kVA, 2200 V, 214 U/min, gespeist werden, wobei normal ein Satz als Reserve gilt. Die Hauptgeneratoren des Kraftwerks II arbeiten parallel auf ein 11 kV-Doppelsammelsystem, das durch Ölschalter in zwei Hälften unterteilt ist. An jede Hälfte ist eine Einphasen-Transformatorengruppe 11/220 kV, Leistung 3 · 18 000 kVA, Schaltung △/⅄ angeschlossen. Eine dritte Gruppe 11/130 kV, Leistung 3 · 20 000 kVA, kann an jede Sammelschienenhälfte angeschlossen werden. Die 220 kV-Freiluftanlage befindet sich auf einer Insel zwischen der Schleuse und dem Wehr und ist so bemessen, daß auch die gesamte Schaltapparatur der von Kraftwerk I ankommenden 220 kV-Fernleitung gut untergebracht werden kann. Der Nullpunkt der 220 kV-Transformatorengruppen ist über eine Erdschlußspule geerdet. Synchronphasenschieber kommen nur auf den Unterstationen Leningrads zur Aufstellung. Die im Kraftwerk erzeugte Energie wird nach dem Abspannwerk Süd neben Leningrad, in einer Entfernung von 240 km, mittels zweier Leitungen übertragen. Jede Freileitung erhält aus Gründen der Betriebsicherheit getrennte Tragmaste. Vorläufig wird aber nur eine Leitung gebaut.

[1] ETZ 1927, S. 1747.

Was die Leitungen selbst anbetrifft, so wird Stahlaluminium verwendet, u. zw. mit einem Aluminiumquerschnitt von 362,5 mm² und Stabquerschnitt von 62,5 mm². Der Außendurchmesser der Leitung beträgt 27,43 mm (der äquivalente Kupferquerschnitt beträgt 228 mm²). Über den Leitungen wird ein Stahlaluminium-Erdungseil verlegt. Die Masten sind Stahlkonstruktionen der Portaltype mit horizontaler Anordnung der drei Leitungen. Der Abstand der Leitungen beträgt 6,4 m, die Höhe der Aufhängung 14,45 m über dem Erdboden, die normale Spannweite 300 m.

Außer mit 220 kV-Freileitungen wird ein Teil der Energie nach der Zentrale „Wolchow", in einer Entfernung von 120 km, mit 130 kV übertragen. Auch für diese Leitung wird Stahlaluminiumleitung verwendet. Der Aluminiumquerschnitt beträgt 209,1 mm² und der äußere Durchmesser der Leitung 20,6 mm (der äquivalente Kupferquerschnitt beträgt 120 mm²). Die Kraftübertragung endet im Freiluft-Abspannwerk Süd. Dieses Abspannwerk ist zu gleicher Zeit der Hauptknotenpunkt des 110 kV-Leitungsnetzes von Leningrad und ist durch 110 kV-Leitungen mit den obengenannten Zentralen Leningrads verbunden. Die Ölschalter der 220 kV- bzw. 110 kV-Anlage der Unterstation Süd sind für eine Ausschaltleistung von 2500 MVA nach amerikanischen Normen vorgesehen. Auf den Bau der Kraftwerke Swir wurde in ETZ 1928, S. 154, und 1929, S. 665, 705, hingewiesen. Die Bauarbeiten wurden aber mehrmals unterbrochen und das Projekt geändert. Erst im Jahre 1930 fängt man an, die Bauarbeiten zu beschleunigen. Mit den Eisenbetonarbeiten des Wehres wurde im Oktober 1930 begonnen (Sa Industrialisaziu 12. X. 1930), und z. Z. wird die erste Turbine bereits montiert (Sa Industrialisaziu 20. II. 1932). Ende 1932 ist die Vollendung des Kraftwerkes II geplant. (Elektritschestwo 1932, Nr. 1, S. 41.) *T. S.*

Leitungen.

Leitungschwingungen. — Seilschwingungen sind namentlich an Leichtmetall-Leitungen und bei großen Spannweiten zuerst in Amerika, dann auch in Deutschland beobachtet und als Folge der Ablösung von Luftwirbeln von der Leiteroberfläche bei quer zur Leitung vorbeistreifendem Wind erkannt worden. Sie haben hohe Frequenzen und können zu Ermüdungsbrüchen der Leitungen besonders an den Hängeklemmen führen, an denen sie durch die infolge der Schwingungen auftretenden dauernden Wechselbiegungen zusätzlich beansprucht werden. Die Firma J. Wilhelm Hofmann, Kötzschenbroda-Dresden, hat Versuche zu dem Zweck unternommen, durch geeignete Ausbildung von Hängeklemmen diese Schwingungen unschädlich zu machen, und berichtet hierüber in einer „Technischen Mitteilung": Die Leitungsschwingungen. Versuche zur Lösung der Klemmenfrage. Es wurden einmal Kurzversuche im Laboratorium angestellt, bei denen die Leitung in der Mitte an einem Tragbock mittels Hängisolatoren aufgehängt und an beiden Enden so abgespannt war, daß die Zugspannung beliebig gewählt,

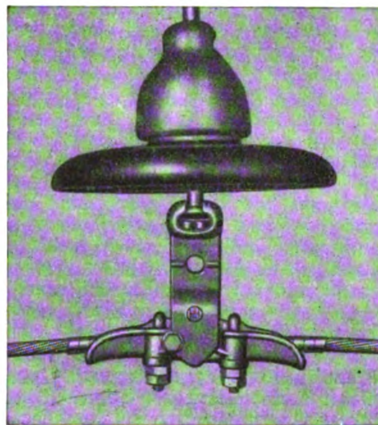


Abb. 2. Leicht bewegliche Hängeklemmen mit Schneidenlagerung.

aber während eines Versuchs durch Gewichte konstant gehalten wurde. Das Seil wird durch eine mechanische Antriebsvorrichtung in rasche Schwingungen versetzt, deren Amplitude ± 30 mm betrug. Wesentliche Verbesserungen gegenüber der normalen Hängeklemme mit beschränkter Beweglichkeit ergaben sich bei Verwendung leicht beweglicher Klemmen, bei denen die Tragmulde mit der Isolatorenkette durch ein gelenkiges Zwischenstück verbunden ist, wobei die Tragmulde selbst um eine horizontale Achse leicht beweglich ist (Abb. 2), so daß sie den Schwingungen nachfolgen kann; die gefährliche Abbiegung des Seils ist daher kleiner. Die ersten Leitungsbrüche, die bei der normalen Klemme nach mehr als 1 Mill Schwingungen auftraten, erforderten bei dieser Spezialklemme eine mindestens 3fache Schwingungszahl. Eine weitere Verbesserung wurde durch Verstärkung der Leitung an der Klemme durch mehrere verschieden lange Dämpfungsbeilagen erzielt (Abb. 3). Die zusätzliche Biegungsbeanspruchung wird hierdurch von der Klemmstelle entfernt, sie wird verringert und über eine längere Strecke verteilt. Dadurch wurde eine Zahl von mehr als 100 Mill Schwingungen ohne jeden Drahtbruch erreicht. Dauerversuche, die sich über 2 Jahre erstreckten, wurden an einer im Freien montierten Leitungstrecke mit 3 Feldern von je 70 m Spannweite vorgenommen. Die beweglichen Klemmen ermöglichen eine Schwingungsübertragung von einem Feld zum andern, die Dämpfungsbeilagen bewirken eine Verringerung der Leitungschwingungen selbst, wirken also in zweifacher Hinsicht günstig. Zum Schluß wird hervorgehoben, daß die neuen verbesserten Klemmen nicht unterschiedslos allgemein verwendet zu werden brauchen, sondern nur bei besonders schwingungsgefährdeten, insbesondere Leichtmetall- und Hohlseil-Leitungen. (Techn. Mitt. d. Firma J. Wilhelm Hofmann, Kötzschenbroda, März 1932.) *pc.*

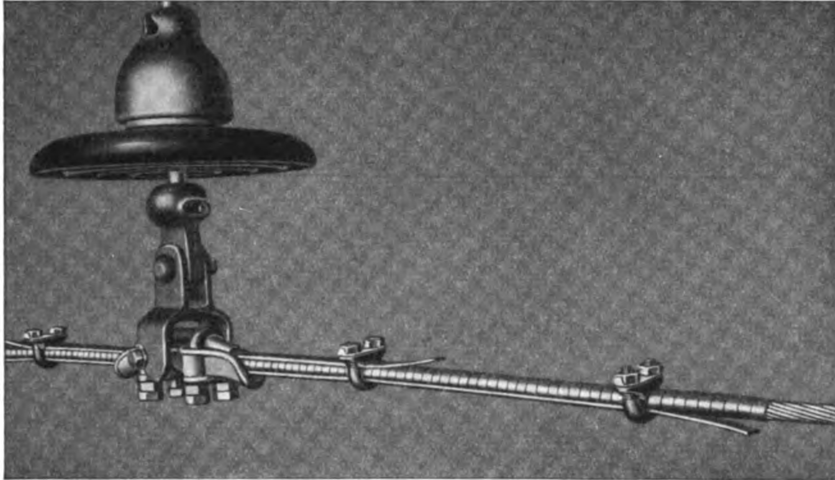


Abb. 3. Hängeklemme mit Beilage

Elektromaschinenbau.

Neue graphische Methode für die Berechnung des Skineffekts im Nutenkupfer. — Die Berechnung der vom Nutenquerfeld im Nutenkupfer elektrischer Maschinen bewirkten Stromverdrängung und des so erhöhten Wechselstromwiderstandes der einzelnen in der Nut übereinander liegenden Leiter, ein zuerst von Field analytisch gelöstes, von Emde, Rogowski u. a. weiter geklärtes Problem, ist vor kurzem von Waldvogel auf einem anderen, nämlich dem graphischen Wege, angefaßt und durchgeführt worden. Nach Aufstellung der aus den magnetischen und elektrischen Grundgesetzen leicht herzuleitenden Differentialgleichung wird zunächst eine analytische Lösung in komplexer Form gegeben, für die dann mit Hilfe der vektoriellen Darstellung komplexer Zahlen und Betrachtung der Randbedingungen eine geometrische Lösung gefunden wird. Diese bedient sich nur weniger Geraden und Kreise. Auch die Bestimmung des Koeffizienten k_p für das Verhältnis des Wechselstromwiderstandes zum Gleichstromwiderstand des Leiter p der Schicht, für die sonst die bekannten Tabellen $\varphi(\zeta)$ und $\psi(\zeta)$ anzuwenden sind, gelingt durch eine verhältnismäßig einfache Konstruktion. Zum Schluß wird ein Beispiel für die Benutzung des neuen Verfahrens gegeben, indem die Stromverdrängung im Ankerleiter einer Gleichstrommaschine während des Kommutationsvorganges klargestellt und der Faktor k bestimmt wird. Bei aller Anerkennung der sinnreichen neuen Lösung dürfte der praktische Berechner elektrischer Maschinen bei dem ihm geläufigen und sehr schnell zum Ziel führenden Verfahren unter Anwendung von Zahlentafeln verbleiben. (Waldvogel, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. 1931, S. 192.) *Phl.*

Beleuchtung.

Die 20. Jahrestagung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft. — Am 30. IX. d. J. fand in Berlin die 20. Jahrestagung der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft statt. Als Tagungsthema war gewählt: Die Beleuchtung von Kraftfahrzeugen und Fahrrädern. — M. Rall, Stuttgart, sprach über „Die Entwicklung der Kraftfahrzeug-Scheinwerfer, beurteilt vom Standpunkt des Kraftfahrers und Konstrukteurs". Ausgehend von den Anfängen der Kraftwagen-Beleuchtung — Kerzenlaternen und Petroleumlampen — besprach der Vortragende die Azetylenscheinwerfer. Erst seit 1908 erschienen elektrische Scheinwerfer auf dem Markt, die von Batterien gespeist wurden. Als Lichtquellen dienten zuerst Kohlenfaden-Glühlampen, dann wurden luftleere Metallfadenlampen und nach dem Kriege gasgefüllte Glühlampen mit Wendeldraht benutzt. Im Interesse der Verkehrsicherheit erwies es sich bald als notwendig, das starke Fernlicht bei der Begegnung abzublenden. Der Vortragende ging auf die Entwicklung der Abblendmethoden näher ein und bezeichnete als beste Lösung des Abblendproblems die Verwendung des Bilux-Systems in parabolischen Scheinwerfern. Der mechanische Aufbau der Scheinwerfer ist im Laufe der Jahre bedeutend verbessert worden. Abb. 4 zeigt die neusten Scheinwerfertypen. Abschließend forderte der Vortragende die Anpassung der Beleuchtung an die Beschaffenheit der Straßenoberfläche.

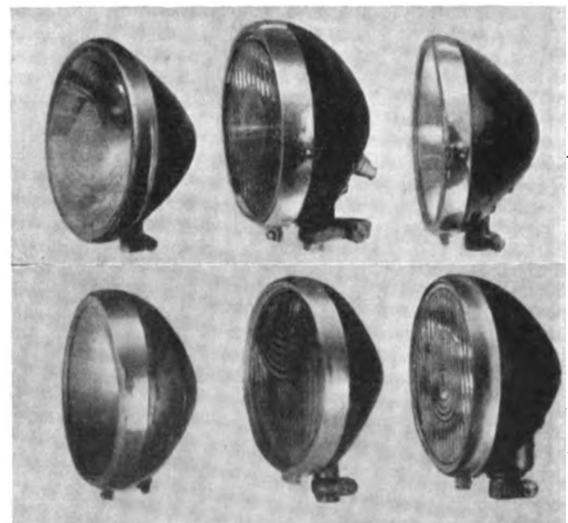


Abb. 4. Neue Scheinwerfertype.

F. Born, Berlin, sprach über „Die Erfassung des Blendungsproblems in den Vorschriften über Kraftfahrzeug-Scheinwerfer". Er berichtete zuerst über seine gemeinsam mit M. Wolff ausgeführten Blendungsversuche an Kraftwagen-Scheinwerfern[1], die eine eindeutige zahlenmäßige physikalische Kennzeichnung der Blendung gestat-

[1] M. Wolff, Dissertat. Univ. Berlin 1932. Auszug in Licht u. Lampe Bd. 21, S. 276, 296 u. 309 (1932). F. Born u. M. Wolff, Licht Bd. 2, S. 154 (1932).

ten. Die Versuche haben ergeben, daß die Blendung von der Größe der leuchtenden Fläche, von der Leuchtdichte der Scheinwerfer und von der Art der Ausleuchtung abhängt, jedoch unabhängig von der Lichtfarbe ist. Der Vortragende entwickelte für die Blendung β eine Näherungsformel $\beta = \sqrt[2{,}5]{CE}$, wobei E die Beleuchtungsstärke am Auge des Beobachters bedeutet. Die Blendung läßt sich also durch Angabe der Beleuchtungsstärke am Auge des Beobachters mit sehr guter Annäherung erfassen.

Aus dieser Erkenntnis heraus wird eine Abänderung der Abblendvorschriften vorgeschlagen. Ausreichende Blendungsfreiheit erscheint gewährleistet, wenn die Abblendvorschrift eine Höchstbeleuchtungsstärke von 1 Lux in 25 m, entsprechend 625 HK, in allen blendungsgefährlichen Richtungen verlangt. Bei dieser Beleuchtungsstärke von 1 Lux ist es möglich, ein 5 cm² großes Hindernis (Stein) 4 m seitlich am Straßenrand bei einem Kontrast von 1 : 1,5 (Pflasterstein gegen Sand) in 30 m Entfernung vor dem Fahrzeug zu erkennen. Die praktische Durchführung dieser Verordnung erfordert eine amtliche Zulassungsprüfung für Scheinwerfer und Lampen. Dazu muß weiterhin eine geeignete polizeiliche Überwachung eingerichtet werden, die sich jedoch nur auf die Nachprüfung der Ausrichtung zu beschränken braucht, während die Messung der Beleuchtungsstärke durch besondere Prüfstellen auszuführen ist. Durch solche Maßnahmen erscheint die Blendungsfreiheit gesichert.

F. Eichert, Berlin, der Erfinder der elektrischen Fahrradbeleuchtung nach dem magnetelektrischen Prinzip, sprach über „Elektrische Fahrradbeleuchtung". Von der einfachen Dynamolampe, die nur so lange leuchtete wie der Radfahrer fuhr, ging die Entwicklung über die Dynamo mit Zusatzbatterie zum Lichtautomaten für Fahrräder. Heute ist es möglich, mit neuzeitlichen Fahrrad-Scheinwerfern und den zugehörigen Lampen eine Axiallichtstärke von 2000 HK zu erzielen. Derartig starke Scheinwerfer verursachen aber erhebliche Blendung. Der Vortragende führte eine Reihe gut wirkender Abblendvorrichtungen an elektrischen Fahrrad-Scheinwerfern vor. — An die Vorträge schloß sich eine lebhafte Besprechung.
F. Born.

Bahnen und Fahrzeuge.

Gleichstrom-Hochspannungs-Bahnbetrieb. — Die Ergebnisse der neuen Delaware, Lackawanna and Western Railroad-Vorortbahnen in New Jersey N. Y. haben sehr befriedigt, was besonders darum erwähnenswert erscheint, weil dabei die erste Vielfachsteuerung bei 3000 V Gleichstrom in Amerika zur Anwendung gelangt ist. Das Ausbleiben von Kommutator-Überschlägen und Isolationsdefekten zeichnet diese neue Bahnanlage aus. 21 Mill Wagen-km wurden zurückgelegt mit nur zwei geringen Zugverspätungen, deren Ursache auf Motorstörungen zurückgeführt werden konnte. 564 Gleichstrommotoren sind seit anderthalb Jahren im Betrieb. Bei der Bemessung der Motorwicklungen wurde besonders auf ihre Widerstandsfähigkeit gegen Überschläge geachtet, was durch Anwendung von Stabwicklung, geeignete Nutzahl, Größe des Luftspaltes und günstige Polform erreicht wurde, so daß die relativ hohe Segmentspannung von 21,3 V zu keinen Störungen führte. Die Luft dieser selbstlüftenden Motoren wird unter dem Kommutator angesaugt, durchstreicht den Ankerkern, kehrt zwischen den Pollücken zurück und wird über dem Kommutator mittels eines Flügelrades herausgeschleudert. Die Kommutatorgeschwindigkeit beträgt bei 113 km/h Fahrgeschwindigkeit rd. 39 m/s. Die Motorleistungen sind bei 50 % Feldschwächung und 1500 V Motorspannung etwa 130 kW dauernd, 183 kW 60 min lang bei 105 bzw. 120 °C Erwärmung. Je 4 Motoren treiben einen Wagen von 81,5 t und einen Anhänger von 56,5 t. Das gute Verhalten der Motoren auch in mechanischer Hinsicht wird auf die besonders sorgfältige Ausführung zurückgeführt. Die Instandhaltungskosten während einer Betriebszeit von 18 Monaten waren außerordentlich niedrig. *H. O.*

Fernmeldetechnik.

Über den Störton von Sendern. — Im unbeeinflußten Zustand von betriebsmäßigen Röhrensendern ist in den meisten Fällen eine unbeabsichtigte Amplitudenmodulation vorhanden, die gewöhnlich als „Störton" bezeichnet wird. Es ist das Ziel einer Arbeit von Brückmann, die dadurch verursachte Störung meßtechnisch zu erfassen. Dazu ist es vor allem notwendig, ein Maß für die Welligkeit von Gleichstromerzeugern festzulegen, das den praktischen Auswirkungen der Welligkeit in Sendern möglichst vollständig und genau entspricht.

Eine in neuerer Zeit im Funkwesen gebräuchliche Definition der „Welligkeit" wird angegeben. Sodann wird beschrieben, welche Definitionen auf dem Gebiet der Leitungstelephonie eingeführt worden sind, um die Störungen auf Leitungen zu erfassen. Auf diesen Definitionen aufbauend wird die Definition eines neuen Maßes für die „Welligkeit" entwickelt, das die relative Ohrempfindlichkeit für Töne verschiedener Frequenz berücksichtigt und als „subjektive Welligkeit" bezeichnet wird. Schließlich wird noch der Begriff „Geräuschmodulationsgrad" als Maß für die störende Wirkung des Störtones von Sendern eingeführt und das Verhältnis des Geräuschmodulationsgrades zur Welligkeit betrachtet. Die Methoden zur Messung sowohl der objektiven als auch der subjektiven Welligkeit und des Geräuschmodulationsgrades werden ausführlich besprochen und die an sie zu stellenden Forderungen aufgestellt. Zum Schluß wird noch auf die Frequenzanalyse der Welligkeit und des Störtones eingegangen. — Die angegebenen Meßmethoden liefern eine Handhabe, die zulässigen Werte für die Welligkeit und den Störton genau festzulegen und die Wirtschaftlichkeit der Mittel zur Beseitigung der Störungen zu steigern. (H. Brückmann, Telegr. u. Fernspr.-Techn. Bd. 21, S. 135.)
Sb.

Ausbau des Selbstanschlußbetriebes in Paris. — Paris verfügt gegenwärtig über 16 Fernsprechämter mit Selbstanschlußbetrieb. An diese Ämter sind insgesamt 91 000 Teilnehmer angeschlossen. Die französische Postverwaltung hat den Bau von Selbstanschlußämtern in Paris in dem Maße gefördert, daß die Bauarbeiten schon heute dem ursprünglichen Bauprogramm um 2 Jahre vorausgeeilt sind. Ende 1935 wird das gesamte Ortsfernsprechnetz von Paris auf Selbstanschlußbetrieb umgestellt sein, u. zw. rechnet man mit einem Fassungsvermögen von 350 000 Anschlüssen einschließlich 60 000 als Reserve. Bemerkenswert ist hierbei, daß die französische Verwaltung bereits den Pariser Ortsbezirk und die Vorortsbezirke zu einem einzigen Ortsbezirk vereinigt hat; vordem beschränkte sich der Ortsbezirk auf das Stadtinnere. Geplant ist, bis zum Jahre 1937 die bisherigen Vorortsbezirke in 20 Selbstanschluß-Netzgruppen mit insgesamt 83 000 Teilnehmeranschlüssen umzuwandeln. (The Telegr. & Teleph. J. Bd. 19, S. 2.) *Gth.*

AUS LETZTER ZEIT.

Ein Hochspannungsnetz in Britisch-Indien. — Wie die Times berichten, bedeutet die kürzlich vorgenommene Inbetriebsetzung des Kraftwerks Bahadrabad die erste Etappe eines großzügigen hydroelektrischen Unternehmens, das sich auf die Gefälle des oberen Gangeskanals in Nordindien stützt. Mit ihm wird der Versuch gemacht, innerhalb eines großen ausgesprochen landwirtschaftlichen Gebiets etwa 66 Städten und größeren Gemeinden von je 5000 oder mehr Einwohnern billige elektrische Arbeit zu liefern und zugleich für die Landwirtschaft mit Hilfe elektrisch betriebener Pumpen ausreichende Bewässerung zu schaffen. Zwischen Hardwar und Aligarh finden sich im Kanal 13 Gefällstufen, von denen zehn, die zusammen mindestens 50 000 PS ergeben sollen, für die Elektrizitätsgewinnung vorgesehen sind. Zunächst will man 13 000 PS an den Stufen Bhola, Palra, Bahadrabad und Sumera ausnutzen und mit einer Ölmaschinenreserve von 2500 PS verbinden. Das soeben eröffnete Kraftwerk Bahadrabad hat drei Boving-Turbinen und eine von Escher Wyss, die vier 1000 PS-Metropolitan-Vickers-Generatoren treiben. Das Hauptnetz besteht z. Z. aus etwa 960 km Einfachleitung für 37 kV, während im 11 kV-Sekundärnetz von 720 km Länge einer gruppenweisen Versorgung der Städte dient. Die Leitungen bestehen meist aus Stahlaluminium. Das gesamte Übertragungsystem umfaßt 30 Schaltwerke und über 100 Transformatorenstationen. *fm*

Vor der Vollendung der Bleiloch-Talsperre. — Deutschlands größte Talsperre, die Bleilochsperre[1], mit 215 Mill m³ Wasserinhalt steht vor der Vollendung. Das angeschlossene Kraftwerk wird eine Länge von 72 m und eine Breite von 40 m haben; die Gesamtleistung der beiden Turbinensätze wird 40 000 kW betragen.

Rheinkraftwerk Albbruck-Dogern. — Wie der Geschäftsbericht der Rheinkraftwerk-Albbruck-Dogern AG.,

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 1477.

Waldshut i. B., bekanntgibt, schritten die Bauarbeiten am Kraftwerk in dem am 30. VI. d. J. beendeten Geschäftsjahr befriedigend vorwärts. Am Maschinenhaus wurden die Gründungsarbeiten zu Ende geführt; am Ende des Berichtsjahres waren alle 3 Turbinenfundamente in Arbeit; u. a. sind die Aufträge für Generatoren und Transformatoren bereits vergeben.

Großsender Leipzig. — Der neue Leipziger Großsender mit einer Sendeenergie von 120 kW ist nun eröffnet worden. Dieser sechste deutsche Großsender hat seine Welle mit Frankfurt a. M. getauscht, wird also auf Welle 389,6 m senden, während Frankfurt die Welle 259,3 m übernimmt. Auch dieser Sender ist verstärkt worden und wird mit 17 kW senden. Der neue Leipziger Sender hat nunmehr das Funkprogramm des Mitteldeutschen Rundfunks übernommen.

Großrundfunksender Nanking. — Von Telefunken erbaut, wurde letzter Tage der Großrundfunksender in Nanking in Betrieb gesetzt.

Neue Großsender. — In Paris ist der neue Großsender „Poste Parisien" in Betrieb genommen worden. Er ist der zweitgrößte Sender der Stadt und arbeitet mit 60 kW auf Welle 328 m. Der Sender wird hauptsächlich gute Konzerte, Kammermusik, Opern- und Schauspiele übermitteln. Er wurde von der Sé. Franç. Radio-Electrique gebaut und durch pupinisierte Kabel mit den in einem Neubau der Champs Elysées untergebrachten Aufnahmeräumen verbunden.

Eisenbahn Hirschberg—Landeshut elektrisch. — Im Dezember wird die Reichsbahn auf der 40 km langen Riesengebirgstrecke Hirschberg—Schmiedeberg—Landeshut den elektrischen Betrieb aufnehmen. Im nächsten Jahre soll auch die zwischen Hirschberg und Schmiedeberg abzweigende Kleinbahn Zillerthal-Erdmannsdorf—Krummhübel, die von einer privaten Gesellschaft betrieben wird, elektrisiert werden.

Elektrisierung der Zentralbahn in Brasilien. — Die provisorische Bundesregierung hat die Frist für die Einreichung von Angeboten für die Elektrisierung der brasilianischen Zentralbahn bis zum 15. XII. 1932 verlängert. In der Begründung dieser Maßnahme wird gesagt, daß die aufständige Bewegung in São Paulo das unerläßliche Studium zur Vorbereitung der Angebote erschwert habe, und daß deshalb verschiedene interessierte Firmen die Verlängerung der Frist nachgesucht hätten. Auch von italienischer Seite ist um Fristverlängerung gebeten worden, da sich in Italien ein Konsortium gebildet hat, das an der Ausschreibung für die Elektrisierung der Zentralbahn teilzunehmen wünscht.

RECHTSPFLEGE.

Die Bedeutung der Notverordnungen zur Belebung der Wirtschaft und Vermehrung der Arbeitsgelegenheit für die deutsche Elektrizitätswirtschaft.

I. Steuergutscheine.

Für die Elektrizitätswirtschaft sind die durch die Notverordnung des Reichspräsidenten zur Belebung der Wirtschaft vom 4. IX. 1932 (RGBl. I S. 425) geschaffenen Steuergutscheine von Bedeutung. Es werden sich in ihr die beiden Funktionen, die die Steuergutscheine zu erfüllen haben, besonders auswirken: sowohl nach der Seite des Steuernachlasses als nach der Kreditseite. Denn es liegt im Wesen der Steuergutscheine, daß sie nicht nur einer Entlastung vom Steuerdruck, sondern auch als produktionsförderndes Wertpapier dem Kredit dienen sollen.

Aus beiden Funktionen ergibt sich die rechtliche Ausgestaltung der Steuergutscheine hinsichtlich ihres Erwerbes, ihrer Verwendung, insbesondere in ihrer Ausgestaltung als börsen- und lombardfähiges Wertpapier. Der Erwerb der Steuergutscheine erfolgt kraft Gesetzes in zwei Fällen:

1. durch Zahlung der Umsatz-, Gewerbe-, Grund- oder Beförderungsteuer,
2. durch Mehrbeschäftigung von Arbeitnehmern.

Im Falle des Erwerbs der Steuergutscheine auf Grund der Steuerzahlung erfolgt die Ausgabe auf Antrag des Steuerpflichtigen — der bis zum 31. III. 1934 zu stellen ist — durch das Finanzamt, das für die Besteuerung des Steuerpflichtigen nach dem Umsatzsteuergesetz zuständig ist oder, wenn der Steuerpflichtige nicht umsatzsteuerpflichtig ist, durch das Wohnsitzfinanzamt oder das Finanzamt der Geschäftsleitung. Voraussetzung für den Erwerb der Steuergutscheine ist die Entrichtung der erwähnten Steuern in der Zeit vom 1. X. 1932 bis 30. IX. 1933, soweit diese Steuern in dieser Zeit fällig werden.

Bei dem Erwerb der Steuergutscheine für Mehrbeschäftigung von Arbeitnehmern erfolgt die Ausgabe ebenfalls auf Antrag bei den erwähnten Steuerbehörden. Ihre Ausgabe, die für Mehrbeschäftigung von Arbeitnehmern erfolgt, hat zur Voraussetzung, daß in der Zeit vom 1. X. 1932 bis 30. IX. 1933 innerhalb eines Kalendervierteljahres in dem inländischen Betrieb des Unternehmers im Durchschnitt mehr Arbeitnehmer beschäftigt werden, als im Durchschnitt der Monate Juni, Juli und August 1932[1]. Für die Mehrbeschäftigung je eines Arbeitnehmers im Durchschnitt des Kalendervierteljahres werden in der Regel Steuergutscheine im Betrage von 100 RM gewährt.

Der Antrag auf Erteilung der Steuergutscheine muß innerhalb eines Monats nach Ablauf des Kalendervierteljahres gestellt werden, in das die Mehrbeschäftigung der Arbeitnehmer fällt. Die Tatsachen, auf die der Antrag gestützt werden soll, sind dem Finanzamt glaubhaft zu machen. Zu diesem Zweck ist die Krankenkasse verpflichtet, dem Unternehmer auf Antrag eine Bescheinigung über die Zahl und Beschäftigungsdauer seiner Arbeitnehmer auszustellen. Für Elektrizitätskonzerne ist es von Bedeutung, daß bei der Ausgabe der Steuergutscheine eine Mehrbeschäftigung von Arbeitnehmern, durch die der Zweck der Verordnung nicht erreicht wird, insbesondere soweit die Mehrbeschäftigung durch Verschiebung der Arbeit zwischen mehreren Betrieben bewirkt ist, nicht berücksichtigt wird.

Wird der Antrag auf Ausgabe von Steuergutscheinen ganz oder teilweise von dem Finanzamt abgelehnt, oder entsteht Streit darüber, ob die Voraussetzungen für die Ausgabe von Steuergutscheinen für Mehrbeschäftigung von Arbeitnehmern gegeben sind, so ist gegen die Entscheidung des Finanzamtes ausschließlich die Beschwerde nach §§ 303, 304 der Reichsabgabenordnung vom 22. V. 1931 (RGBl. I S. 161) zulässig. Die Stelle, deren Verfügung angefochten ist, kann der Beschwerde abhelfen. Will sie dies nicht, so hat sie die Beschwerde der nächst oberen Behörde zur Entscheidung vorzulegen.

Die Verwendung der Steuergutscheine ist nicht nur auf die Steuerarten, für die Steuergutscheine ausgegeben werden — also auf Umsatz-, Gewerbe-, Grund- und Beförderungsteuer — beschränkt, vielmehr werden sie nach § 19 der Notverordnung vom 4. IX. 1932 von den Finanzkassen und Zollkassen bei der Einzahlung von allen Reichssteuern einschließlich der Zölle — mit Ausnahme der Einkommensteuer und Körperschaftsteuer — in bestimmter Höhe angerechnet. Der Steuernachlaß wird in der Zeit vom 1. IV. 1934 bis 31. III. 1939 durch Annahme von Steuergutscheinen gewährt.

Die Kreditfähigkeit der Steuergutscheine wird dadurch geschaffen, daß das Reich sie auf die erwähnten Steuern als Zahlung anrechnet. Dadurch erhalten die Steuergutscheine den Charakter des Wertpapiers. Der Wert wird noch dadurch erhöht, daß die Steuergutscheine mit einem Agio versehen werden, das jährlich 4 % beträgt. Ihr Charakter als Verkehrspapier wird noch dadurch ausdrücklich anerkannt, daß sie an jeder deutschen Börse zum Handel zugelassen werden. Sie werden also zu einer laufenden Kursnotierung führen. Mit dieser hängt wiederum die Lombardfähigkeit der Steuergutscheine zusammen, die die Reichsbank als sogenanntes „gutes Papier" ansieht und es mit 75 % beleihen wird.

Bei Steuerpflichtigen, an die Steuergutscheine vom Finanzamt ausgegeben sind, ist für die Steuerberechnung im Steuerabschnitt der Ausgabe das auf diese Steuergutscheine entfallende Einkommen nur mit einem Fünftel des Kurswertes dieser Steuergutscheine anzu-

[1] Nach der Verordnung zur Änderung der Durchführungsbestimmungen zur Steuergutscheinverordnung vom 31. X. 1932 (Deutscher Reichsanzeiger 1932, Nr. 259) kommt es gegenüber der früheren Regelung in § 19 der Durchführungsbestimmungen zur Steuergutscheinverordnung vom 26. IX. 1932 nicht auf die tatsächliche Beschäftigung, sondern auf das Vorliegen eines Arbeitsverhältnisses an. Es werden ferner beurlaubte und erkrankte Arbeitnehmer mitgezählt, soweit sie nicht durch Ersatzarbeitskräfte vertreten werden. Im übrigen erfolgt die Berechnung in der Art, daß die Zahlen für jeden der beiden Vergleichszeiträume zusammengezählt werden. Jede dieser beiden Summen wird jedoch nicht mehr durch die Zahl der Arbeitstage (Schichten), sondern durch die Zahl der Kalendertage des Zeitraumes geteilt. Hieraus ergibt sich für jeden verglichenen Zeitraum die durchschnittliche Arbeitnehmerzahl.

setzen; maßgebend ist der Börsenkurs am 31. XII. des Jahres der Ausgabe. Da die Steuergutscheine sich innerhalb von fünf Jahren durch Steueranrechnung realisieren, werden sie nur mit ⅕ des Kurswertes als Einkommen berücksichtigt. Da aber die Einkommen- und Körperschaftsteuer noch für die von ihr abhängigen Steuern — Gewerbe-, Krisen-, Bürger-, Kirchensteuer — maßgebend ist, erstreckt sich die erwähnte Steuerbegünstigung neben der Einkommen- und Körperschaftsteuer auch auf alle von ihr abhängigen Steuern. Diese Steuerersparnis wird sich in besonderem Maße bei der hohen Gewerbesteuer auswirken.

Die Steuerbegünstigung findet jedoch nur bis zu dem Zeitpunkte statt, bis zu welchem die Steuergutscheine durch Veräußerung realisiert werden. Vom Zeitpunkt der Realisierung ab bestimmt § 34 Abs. 2 der Verordnung, daß, soweit im Zusammenhang mit Steuergutscheinen steuerliche Gewinne oder Verluste entstehen, nicht von dem um ⅕ des Kurswertes verminderten Werte der Steuergutscheine auszugehen ist, sondern stets von dem Wert, der sich nach den Vorschriften des Einkommen- und Körperschaftsteuergesetzes ergibt. Danach ist also der Veräußerungsgewinn, den der Ersterwerber durch Verkauf des Steuergutscheines erzielt, zu versteuern unter Abzug des Disagios bei der Veräußerung. Der Zweiterwerber hat die Steuergutscheine mit dem Börsenkurs am Bilanzstichtage zu versteuern. Der durch das Disagio erzielte Gewinn des Zweiterwerbers unterliegt ebenfalls der Besteuerung, wie umgekehrt das Disagio bei dem Veräußerer als Verlust zu buchen ist.

Hinsichtlich der Besteuerung des Agios bei den Steuergutscheinen, das in Form von Zinsen ebenfalls erst in den Jahren 1934 bis 1938 zur Anrechnung gelangt, trifft die Durchführungsverordnung für bilanzierende Kaufleute keine Bestimmungen. Nur für Steuerpflichtige, die keinen Betrieb haben, ist das Aufgeld nicht als Einkommen aus Kapitalvermögen im Sinne des § 37 Abs. 1 des Einkommensteuergesetzes zur Steuer heranzuziehen. Hinsichtlich der bilanzierenden Kaufleute wird in der amtlichen Verlautbarung gesagt, daß sich die Besteuerung des Aufgeldes nach den allgemeinen Ermittlungsvorschriften richtet. Danach würde auch das Agio bei dem Ersterwerber durch die Besteuerung der Steuergutscheine mit ⅕ des Kurswertes ausgeglichen sein, während der Zweiterwerber das Agio in voller Höhe versteuern muß. Denn es heißt lediglich für die Steuerpflicht des Ersterwerbers, daß das auf die Steuergutscheine entfallende Einkommen, d. h. also sowohl hinsichtlich der Hauptsumme als auch des Aufgeldes nur mit ⅕ des Kurswertes der Steuergutscheine insgesamt anzusetzen ist. Das Agio wird sich bei dem Zweiterwerber aber meist in dem vollen Kurswert auswirken.

II. Tarifunterschreitung.

Auch die Verordnung zur Vermehrung und Erhaltung der Arbeitsgelegenheit vom 5. IX. 1932 (RGBl. I S. 433 ff.) ist für die Elektrizitätsbetriebe von grundlegender Bedeutung.

Während nach der Verordnung vom 4. IX. 1932 die Mehreinstellung von Arbeitnehmern zum Steuernachlaß auf künftige Steuern führt, wird in der Verordnung vom 5. IX. 1932 darüber hinaus noch eine Prämie für die Vermehrung der Arbeitnehmerzahl geschaffen, nämlich die Möglichkeit der Unterschreitung der jeweiligen tarifvertraglichen Lohnsätze. Voraussetzung für diese Unterschreitung ist, daß in einem Betriebe oder in einer Betriebsabteilung mehr Arbeiter beschäftigt werden als am 15. VIII. oder im Durchschnitt der Monate Juni, Juli, August 1932.

Durch die Durchführungsverordnung vom 14. September 1932 wird die in der ersten Verordnung enthaltene Konsequenz ausgeschaltet, wonach Arbeitgeber, die bereits vor Erlaß der Verordnung eine Streckung der Arbeitszeit vorgenommen hatten, ungünstiger gestellt werden als diejenigen Arbeitgeber, die durch Verminderung der Arbeitnehmerzahl eine Wochenarbeitszeit von 48 Stunden aufrecht erhalten haben. Das rechnerische Exempel bei der ersten Verordnung vom 5. September 1932 ergab auch, daß die erstrebte Aufrechterhaltung der Höhe der Lohnsummen bei der Unterschreitung der Tariflöhne nur selten stattfinden konnte.

Es wird die Berechnung der vorhandenen Belegschaft und ihrer Vermehrung grundsätzlich auf die 40-Stunden-Woche abgestellt. Eine Vermehrung der Zahl der Arbeitnehmer, die nur durch Verkürzung der Arbeitszeit bis auf 40 Wochenstunden erreicht wird, wird nicht angerechnet (§ 4). Demgemäß wird bestimmt, daß, wenn die Belegschaft während der Monate Juni, Juli, August 1932 im Gesamtdurchschnitt mehr als 40 Stunden wöchentlich gearbeitet hat, im Falle einer Verringerung der Arbeitszeit von einer erhöhten Bemessungsgrundlage auszugehen ist. Die Berechnung erfolgt in der Weise, daß sich die Erhöhung nach dem Verhältnis der eingetretenen Verringerung der Wochenarbeitsstunden zur Zahl der jeweiligen Wochenarbeitsstunden bemißt. Ein Herabgehen unter 40 Wochenarbeitstunden bleibt hierbei also außer Betracht. Hieraus folgt, daß der Arbeitgeber, der von der Woche mit 48 Arbeitstunden zur 40-Stunden-Woche übergeht, nicht berechtigt ist, die tarifvertraglichen Lohnsätze zu unterschreiten.

Andererseits wird denjenigen Arbeitgebern, die in den Monaten Juni, Juli und August 1932 im Gesamtdurchschnitt nicht mehr als eine 36stündige Wochenarbeitszeit hatten, die Zahl der tatsächlich neu eingestellten Arbeitnehmer um ⅓ erhöht angerechnet, d. h. also der Arbeitgeber ist hier vorzeitig zur Unterschreitung des Tariflohnes berechtigt. Betrug die Arbeitszeit während der Monate Juni, Juli und August 1932 im Gesamtdurchschnitt nicht mehr als 30 Stunden wöchentlich, so darf der Arbeitgeber die Zahl der neu eingestellten Arbeitnehmer um ⅔ erhöht anrechnen.

Der Arbeitgeber darf die Zahl doppelt anrechnen, wenn die Belegschaft nicht mehr als 24 Stunden wöchentlich gearbeitet hat.

Bei übertarifmäßiger Bezahlung ist die zulässige Unterschreitung des Tariflohnes nur von demjenigen Teilbetrag zu rechnen, der dem tarifvertraglichen Satze entspricht (§ 6). Hierbei werden Sachbezüge, Aufwandsentschädigungen, Familienzuschläge und ähnliche Vergütungen nicht als Lohn- und Gehaltssätze angerechnet. Für den Wert von Sachbezügen sind die Festsetzungen der Versicherungsbehörden nach der Reichsversicherungsordnung (§ 160 Abs. 2) maßgebend, soweit nicht im Tarifvertrage etwas anderes bestimmt ist.

Als „Wochenarbeitstunden" gelten auch die an Sonn- und Feiertagen geleisteten Arbeitstunden. (§ 7).

Der Arbeitgeber hat, wenn er von der Berechtigung der Unterschreitung der Lohnsätze Gebrauch macht, hiervon der Belegschaft durch Aushang an deutlich sichtbarer Stelle des Betriebes Kenntnis zu geben und zugleich dem Schlichter Anzeige zu machen. Falls der Arbeitgeber keinen späteren Zeitpunkt festsetzt, tritt die Ermäßigung bei Arbeitern mit Beginn des auf den Tag des Aushanges folgenden Lohnzahlungsabschnittes, bei Angestellten mit Beginn der auf den Tag des Aushanges folgenden Monatshälfte ein. Tritt eine wesentliche Änderung der Arbeiter- oder Angestelltenzahl ein, so hat eine Berichtigung des Aushanges und eine erneute Anzeige an den Schlichter stattzufinden. Dem Schlichter ist über die für die vorgenommene Lohn- oder Gehaltsermäßigung maßgebenden betrieblichen Verhältnisse Auskunft zu erteilen. Er kann dem Arbeitgeber die Berechtigung zur Unterschreitung des Tarifes ganz oder teilweise entziehen, soweit nach seiner Überzeugung der mit der Verordnung beabsichtigte Zweck nicht erreicht wird. Für Elektrizitätskonzerne ist es von Bedeutung, daß die Entziehung der Berechtigung zur Unterschreitung des Tarifes auch dann erfolgen kann, wenn die Mehreinstellung durch Verschiebung der Arbeit zwischen mehreren Betrieben oder Betriebsabteilungen bedingt ist. Desgleichen wird auch bei der Ausgabe von Steuergutscheinen eine Mehrbeschäftigung von Arbeitnehmern, durch die der Zweck der Verordnung nicht erreicht wird — insbesondere soweit die Mehrbeschäftigung durch Verschiebung der Arbeit zwischen mehreren Betrieben (Konzernbetrieben) bewirkt ist —, nicht berücksichtigt.

Die Entscheidungen des Schlichters sind bindend. Er kann sie jedoch bei Änderung der Verhältnisse ändern oder aufheben.

Bei „gefährdeten Betrieben" — das sind solche, bei denen die Erfüllung der dem Arbeitgeber obliegenden tarifvertraglichen Verpflichtungen, die Weiterführung eines Betriebes oder seine Wiederaufnahme infolge besonderer, diesen Betrieb betreffender, außerhalb seines Einflusses liegender Umstände gefährdet ist — kann der Schlichter den Arbeitgeber ermächtigen, die tarifvertraglichen Lohn- und Gehaltsätze im bestimmten Umfange zu unterschreiten. In beiden Fällen jedoch, sowohl bei der Vermehrung der Arbeitnehmerzahl wie bei gefährdeten Betrieben darf trotz Unterschreitung der Lohnsätze eine Änderung des Arbeitsvertrages nicht stattfinden.

Rechtsanwalt B. Blau, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Besichtigung

Am Sonntag, dem 11. Dezember 1932, 10 Uhr vormittags, findet eine Besichtigung des 30/6 kV-Umspannwerkes Mauerstraße in Berlin W, Mauerstraße, statt.

Treffpunkt: Mauerstraße Nr. 80, neben dem Clou, im Hof des Abspannwerkes (Buchhändlerhof).

Die Teilnehmerzahl ist aus betrieblichen Gründen auf 60 beschränkt worden.

Die Genehmigung zur Besichtigung ist nur unter der ausdrücklichen Bedingung erteilt worden, daß die Besuchsteilnehmer auf alle Ansprüche gegenüber der Berliner Städtische Elektrizitätswerke AG. und deren Angestellten verzichten, falls ihnen gelegentlich des Besuches des Kraftwerkes ein Unfall oder eine Sachbeschädigung zustoßen sollte. Die Beteiligung von Personen unter 16 Jahren ist nicht gestattet.

Die Beteiligung an der Besichtigung ist nur gegen Karten gestattet, die in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, bis Freitag, den 9. Dezember, mittags, erhältlich sind.

Um pünktliches Erscheinen wird gebeten.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Einladung

zur ordentl. Sitzung am Dienstag, dem 13. Dezember 1932, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

1. Geschäftliche Mitteilungen.
2. Vortrag des Herrn Obering. R. Heinrich über das Thema: „Das Elektrofilter als wichtige Betriebseinrichtung in der europäischen Industrie".

Inhaltsangabe:

1. Staubentwicklung und Verstaubungsverluste in den wichtigsten Industriezweigen.
2. Prinzipieller Aufbau der Elektrofilter. Elektromaterial für die Filter.
3. Wanderungsgeschwindigkeit der Schwebeteilchen im elektrischen Felde in Abhängigkeit vom Teilchendurchmesser. — Berechnung des Entstaubungsgrades von Elektrofiltern.
4. Überblick über die Korngrößenverteilung des Staubes aus verschiedenen Industriezweigen.
5. Elektrofilter in der Metallhüttenindustrie.
6. Eisenhütten, Gichtgasreinigung.
   a) Trockenelektrofilter,
   b) Trockenvorfilter, Naßfeinfilter,
   c) Elektronaßfilter.
7. Chemische Industrie
   a) Röstgasfilter,
   b) Entarsenierung,
   c) Endgasreinigung in Zellstoffabriken.
8. Vergasungsindustrie, Staub-, Teer- und Ölfilter, elektrische Ölentwässerung.
9. Zementindustrie.
10. Trocknungsindustrie.
11. Kohlenindustrie,
    a) Steinkohlentrockner,
    b) Braunkohlentrockner.
12. Kraftwerke und Feuerungsanlagen.
    a) Steinkohlenstaub-Feuerungen, Hochleistungselektroden, selektive Abscheidung der verschieden großen Staubkörner, Vergleich mit Zyklonabscheidung.
    b) Rohbraunkohle-Rostfeuerungen, Großelektrofilter.
13. Film über Montage eines Brüdenelektrofilters (10 min Laufzeit).

Schlußwort: Graphische Darstellung der steigenden Einführung der Elektrofilter in die verschiedensten Industriezweige, der gereinigten Gesamtgasmenge und des abgeschiedenen Staubes. — Hinweis auf die Gemeinschaftsarbeit auf dem Elektrofiltergebiet. — SLC. Internationaler Erfahrungsaustausch auf diesem Gebiet.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gastkarten für durch Mitglieder einzuführende Gäste sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins erhältlich. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Elektrotechnischer Verein.
Der Vorsitzende.
Bücher.

Einladung

zur Fachsitzung für Installationstechnik (EVI) am Donnerstag, dem 15. Dezember 1932, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Oberingenieurs Holzapfel über das Thema: „Installation von Hochhäusern".

Inhaltsangabe:

A. Starkstrom-Installation.
1. Ermittlung von Anschlußwert und Spitzenverbrauch.
2. Fragen der Stromversorgung.
3. Schaltanlagen.
4. Verteilungsanlagen für
   a) Nutzbeleuchtung,
   b) Werbe- und Effektbeleuchtung,
   c) Kraftverbraucher,
   d) Wärmezwecke.

B. Schwachstrom-Installationen.
1. Fernsprechanlagen,
2. sonstige Fernmeldeanlagen.

C. Aus der Praxis der Installation von Hochhäusern.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gastkarten für durch Mitglieder einzuführende Gäste sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins erhältlich. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie" in Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 1.

Fachausschuß für Installationstechnik.
Der Vorsitzende:
Baumann.

Voranzeige.

Veranstaltung eines „Gesellschaftsabends" am Freitag, dem 6. Januar 1933.

Der Elektrotechnische Verein veranstaltet am Freitag dem 6. Januar 1933 im Marmorsaal (mit Bankettsaal, Wintergarten und Roter Veranda) des Zoologischen Gartens einen „Gesellschaftsabend" (mit einfachem Abendessen), zu dem die Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins mit ihren Angehörigen und eingeführten Gästen bereits jetzt freundlichst eingeladen werden. Genauere Mitteilungen folgen in der nächsten Nummer der ETZ.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.

Kommission für Handgeräte.

Die Kommission für Handgeräte hatte in der ETZ 1931, S. 555 einen Schlußentwurf zu „Vorschriften für 2-polige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnüre 10 A 250 V für Hand- und Elektrowärmegeräte" veröffentlicht, der der Jahresversammlung 1931 in Frankfurt a. M. zur Beschlußfassung vorgelegt wurde.

Auf Grund einiger kurz vor der Jahresversammlung eingegangener Einsprüche erfolgte eine Annahme durch die Jahresversammlung nicht, sondern der Vorstand wurde ermächtigt, die Vorschriften nach geschäftsordnungsmäßiger Behandlung durch die Kommission in Kraft zu setzen.

Nachstehend wird die auf Grund der Verhandlungen in der Kommission für Handgeräte zustande gekommene neue Fassung bekanntgegeben, die durch den Vorstand im November 1932 mit Gültigkeit ab 1. Juli 1933 genehmigt worden ist.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Kommission für Handgeräte.

Vorschriften für 2-polige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnüre 10 A 250 V für Hand- und Elektrowärmegeräte.

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

a) Diese Vorschriften treten am 1. Juli 1933 in Kraft[1]. Dieser Termin gilt grundsätzlich für die Herstellung. Vor dem 1. Juli 1933 fertiggestellte Erzeugnisse bleiben zulässig, wenn sie den bis dahin gültigen Konstruktions- und Prüfvorschriften genügen und nicht gegen die jeweils geltenden Errichtungsvorschriften verstoßen.

§ 2.

Geltungsbereich.

a) Diese Vorschriften gelten für 2-polige Gerätesteckvorrichtungen und Geräteanschlußschnüre für Hand- und Elektrowärmegeräte für Spannungen bis 250 V gegen Erde.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

a) Die **Gerätesteckvorrichtung** besteht aus Gerätestecker und Gerätesteckdose.

b) Der **Gerätestecker** ist der am Gerät befindliche Teil mit Kontaktstiften.

c) Der **Schutzkragen** des Gerätesteckers ist eine Vorrichtung am Gerät, die beim Einführen der Gerätesteckdose als Berührungsschutz und gegebenenfalls als Schutzkontakt dient, sowie die Isolation der Kontaktstifte gegen überlaufende Flüssigkeit und vor mechanischer Beschädigung schützt.

d) Die **Gerätesteckdose** ist der an der Schnur befindliche Teil der Gerätesteckvorrichtung.

e) Die **Geräteanschlußschnur** ist vom Gerät ohne weiteres lösbar und besteht aus Gerätesteckdose, Schnur und Wandstecker (gegebenenfalls mit Schalter).

f) **Schutzleitung** ist der Sammelbegriff für die leitende Verbindung zwischen dem zu schützenden Gerät und dem Erder (bei Erdung), dem Nulleiter (bei Nullung) oder dem Schutzschalter (bei Schutzschaltung).

g) **Kriechstrecke** ist der kürzeste Weg, auf dem ein Stromübergang längs der Oberfläche eines Isolierteiles zwischen Spannung führenden Teilen und solchen leitenden Teilen eintreten kann, die mit Erde in Verbindung stehen oder in Berührung kommen können.

h) **Luftstrecke** ist der kürzeste Weg, gemessen in der Luftlinie, zwischen Spannung führenden Teilen untereinander oder zwischen Spannung führenden Teilen und solchen leitenden Teilen, die mit Erde in Verbindung stehen oder in Berührung kommen können.

III. Bestimmungen.

A. Allgemeines.

§ 4.

Stromstärke. Spannung.

a) Gerätesteckdosen müssen für 10 A und 250 V gebaut sein.

B. Bau.

1. Schutzmaßnahmen.

§ 5.

Schutz gegen zufällige Berührung und Feuchtigkeit.

a) Eine unbeabsichtigte Berührung Spannung führender Teile der Gerätesteckvorrichtung muß unmöglich sein.

b) Die Gerätesteckdosen müssen so hergestellt sein, daß überfließendes Kochgut nicht unmittelbar an Spannung führende Teile gelangen kann.

§ 6.

Schutz gegen zu hohe Berührungsspannung.

a) Der Schutzkragen des Gerätesteckers muß aus Metall sein und mit allen der Berührung zugänglichen Metallteilen des Gerätes in gut leitender Verbindung stehen, wenn nicht am Gerät andere Schutzmaßnahmen (siehe § 3 der „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 V, V.E.S. 1.") getroffen sind.

b) Für Gerätesteckdosen, die für Erdung, Nullung oder Schutzschaltung der Geräte bestimmt sind, gelten die „Vorschriften für 2-polige Gerätesteckdosen 10 A 250 V mit Schutzkontakt".

§ 7.

Erwärmung.

a) Die Gerätesteckdose muß so gestaltet sein, daß an der Verzweigungsstelle der Adern der Anschlußschnur bei

---

[1] Angenommen durch den Vorstand im November 1932.

einer Prüfung nach § 19 die Temperatur von 90 ° (bei 20 ° Raumtemperatur) nicht überschritten wird.

An Schaltern in Gerätesteckdosen dürfen bei dieser Prüfung keine höheren Temperaturen als 100 ° (bei 20 ° Raumtemperatur) auftreten.

§ 8.

Kriech- und Luftstrecken.

a) Nachstehend angegebene Kriech- und Luftstrecken dürfen nicht unterschritten werden:

Kriechstrecke	4 mm,
Kriechstrecke, die der Möglichkeit einer Verschmutzung und Feuchtigkeitseinflüssen [siehe § 24 c)] völlig entzogen ist	3 „ ,
Luftstrecke zwischen Teilen verschiedener Polarität	3 „ ,
Luftstrecke zwischen Spannung führenden Teilen und nicht isolierten Gehäuseteilen . .	4 „ .

2. Einzelteile.

§ 9.

Kontaktteile.

a) Kontaktstifte müssen so gestaltet sein, daß sie auch bei Lockerung nicht drehbar sind.

b) Kontakthülsen an der Gerätesteckdose müssen innerhalb der für den Gerätestecker zulässigen Grenzmaße beweglich sein. Angaben über die Federung der Hülsen enthält DIN VDE 9490 (zweite Ausgabe). Die Kontakthülsen der Gerätesteckdose dürfen nicht drehbar sein.

c) Der Kontaktdruck darf nicht über eine Zwischenlage aus Isolierstoff übertragen werden.

d) Schrauben, die Kontakte vermitteln, müssen aus Metall bestehen und in metallenes Muttergewinde eingreifen.

e) Die Verwendung von Aluminium als Werkstoff für Kontaktteile ist nicht zulässig.

§ 10.

Normen.

a) Gerätesteckvorrichtungen sind in ihren Grundabmessungen nach DIN VDE 9490 (zweite Ausgabe) auszuführen. Die den Zeichnungen beigefügten Anweisungen sind zu erfüllen.

b) Die Grifffläche der Gerätesteckdose muß aus Isolierstoff bestehen. Falls die Gerätesteckdose mit einem Metallring versehen ist, muß dieser mindestens 3 mm von der Stirnfläche der Gerätesteckdose zurückstehen und darf bei eingesteckter Dose nicht mehr als 5 mm über den Schutzkragen des Gerätesteckers herausragen.

§ 11.

Handhabung.

a) Die Gerätesteckdose muß so ausgebildet sein, daß sie auch in betriebswarmem Zustand bequem vom Gerätestecker gelöst werden kann.

§ 12.

Schalter.

a) Schalter in Gerätesteckdosen müssen den „Vorschriften für Geräteschalter" entsprechen.

b) Temperaturregler und Temperaturbegrenzer dürfen weder in Gerätesteckdosen noch in Geräteanschlußschnüre eingebaut werden.

3. Anschlüsse und Zuleitungen.

§ 13.

Anschlüsse.

a) Von der Verzweigungsstelle ab müssen die Adern in der Gerätesteckdose derart geführt werden, daß sie sich gegenseitig nicht berühren können.

b) Der Anschluß der Leitungen darf nicht unmittelbar an die Kontakthülsen der Gerätesteckdose erfolgen; zum Anschluß ist ein mit der Kontakthülse verbundenes Anschlußstück (Fahne oder dgl.) zu benutzen.

c) Die Hülsen dürfen bei einer Temperatur von 220 ° ihre Kontaktfähigkeit nicht unzulässig ändern. Die Prüfung ist nach § 20 auszuführen.

§ 14.

Zugentlastung und Verdrehungsschutz.

a) Gerätesteckdosen müssen so gebaut sein, daß die Anschlußstellen der Leitungen von Zug entlastet, die Leitungsumhüllung gegen Abstreifen und die Leitungsadern gegen Verdrehen gesichert werden können.

b) Die Art der Ausführung der Zugentlastung muß leicht erkennbar sein; nicht zulässig ist das Verknoten der Leitung in sich und das Festbinden an der Gerätesteckdose bzw. am Wandstecker.

c) Zugentlastung und Verdrehungsschutz müssen an der Gerätesteckdose ohne besondere verlierbare Teile ausgeführt werden können.

Anschlußschnüre.

§ 15.

a) Für die Schnur sind NSA-, NLH-, NLHG- oder NMH-Leitungen (siehe „Vorschriften für isolierte Leitungen in Starkstromanlagen V.I.L.") zu verwenden; ein Querschnitt von 0,75 mm² ist zulässig[2].

b) An den Anschlußenden der Leiter muß das Abspleißen einzelner Drähte zuverlässig verhindert werden.

§ 16.

Schutz der Schnüre an der Einführungsstelle.

a) Die Einführungsstelle für die Schnüre an der Gerätesteckdose muß so ausgebildet sein, daß scharfe Knickungen verhindert werden. Metallschläuche dürfen als Einführungsschutz nicht verwendet werden.

b) Falls Schutzspiralen verwendet werden, darf deren lichter Durchmesser an der engsten Stelle nicht kleiner als 10 mm sein.

Die Schutzspirale darf keine scharfkantigen Teile haben; Schutzspiralen dürfen sich im Gebrauch nicht lösen. Etwa vorhandene Tüllen am freien Ende der Schutzspirale müssen zuverlässig befestigt und von hinreichender mechanischer Festigkeit sein.

4. Aufschriften.

§ 17.

a) Auf jeder Gerätesteckdose ist außer der Bezeichnung der Spannung 250 V und Stromstärke 10 A das Ursprungszeichen dauerhaft und gut leserlich anzubringen.

C. Prüfung.

§ 18.

Vorbehandlung.

a) Vor Ausführung der Prüfungen nach §§ 19 ··· 24 sowie 27 und 28 ist die Gerätesteckdose, mit einer ordnungsmäßig angeschlossenen Zuleitung (NLHG 1 mm²) ver-

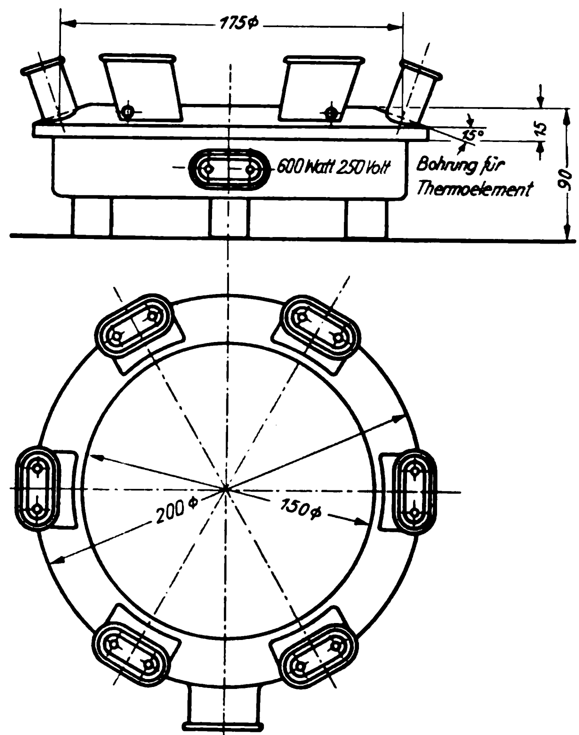


Abb. 1. Werkstoff der Steckerstifte: Messing.

sehen, zu erwärmen. Zu diesem Zweck ist sie auf einen Gerätestecker mit Schutzkragen, dessen Abmessungen DIN VDE 9490 [zweite Ausgabe (Anordnung ohne Schlitze; Kontaktstifte mit Bund)] entsprechen, zu setzen. Die Kontaktstifte dieses Gerätesteckers sind durch eine besondere elektrische Beheizung auf 220 ° zu erwärmen und 100 h auf dieser Temperatur zu lassen. Die Temperatur ist mittels Thermoelement zu messen, das in eine Bohrung am Bund der Stifte des Prüfgerätes (Abb. 1) eingeführt ist.

[2] Nach den V.E.S. 1, § 20, ist der Querschnitt 0,75 mm² im Dauerbetrieb höchstens mit 9 A zu belasten; es ist in Aussicht genommen, diese höchstzulässige Stromstärke auf 10 A zu erhöhen.

Das Prüfgerät muß dabei auf einer festen Unterlage stehen; der Abstand zum Rande der Unterlage muß mindestens 30 cm sein.

Nach der Vorbehandlung sind alle Prüfungen an dem gleichen Prüfling in folgender Reihenfolge auszuführen:

Temperatur an der Aderverzweigungsstelle	§ 19
Federung der Kontakthülsen in warmem Zustand	§ 20
Mechanische Festigkeit	§ 21
Schaltleistung	§ 22
Federung der Kontakthülsen in erkaltetem Zustand	§ 23
Isolation	§ 24
Verdrehungsschutz	§ 27
Zugentlastung	§ 28

Die Prüfungen nach §§ 25 und 26 werden an einer anderen Gerätesteckdose ausgeführt.

§ 19.

Temperatur an der Aderverzweigungsstelle (§ 7).

a) Die Gerätesteckdose ist in dem in § 18 erwähnten Prüfgerät zu erwärmen, bis die Kontaktstifte eine Temperatur von 220 ° angenommen haben. Diese Temperatur ist so lange gleichzuhalten, bis die Temperatur an der Aderverzweigungsstelle (auch bei eingebautem Schalter) — gemessen mit Thermoelementen (Abb. 2) — nicht mehr steigt.

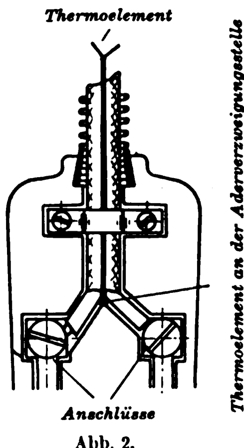
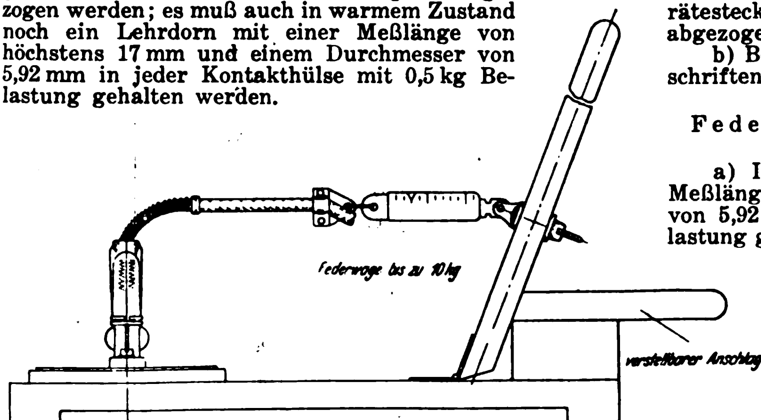


Abb. 2.

§ 20.

Federung der Kontakthülsen in warmem Zustand.

a) Zur Prüfung der Federung der Kontakthülsen müssen die Gerätesteckdosen nach der Vorbehandlung nach § 18 in warmem Zustand vom Prüfgerät abgezogen werden; es muß auch in warmem Zustand noch ein Lehrdorn mit einer Meßlänge von höchstens 17 mm und einem Durchmesser von 5,92 mm in jeder Kontakthülse mit 0,5 kg Belastung gehalten werden.



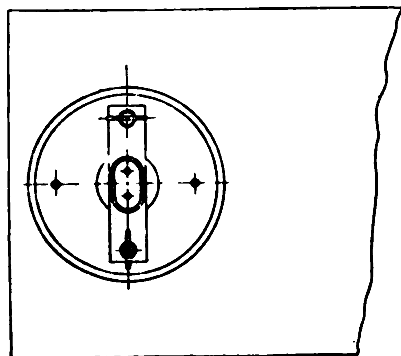


Abb. 3.

§ 21.

Mechanische Festigkeit.

a) Zur Prüfung der mechanischen Festigkeit in erkaltetem Zustand ist die Gerätesteckdose ohne Strombelastung 1000-mal in einen Gerätestecker nach DIN VDE 9490 (zweite Ausgabe) ein- und auszuführen.

b) Danach wird eine Prüfung nach § 97 der „Vorschriften, Regeln und Normen für die Konstruktion und Prüfung von Installationsmaterial bis 750 V Nennspannung K. P. I." vorgenommen. Hierzu ist an den Prüfling eine Zuleitung NSA 2 × 0,75 mm² ordnungsmäßig anzuschließen.

In 1 m Abstand von der Aufschlagplatte wird die Zuleitung durch Klemmung oder dgl. befestigt. Durch eine Auslösevorrichtung kann ein Fallenlassen der Gerätesteckdose erfolgen.

Die Aufschlagfläche ist so einzustellen, daß der Aufschlag einmal an der Unterkante, das andere Mal an der stärksten Stelle des Oberteiles und zwar annähernd in Richtung der größten als auch der kleinsten Achse erfolgt.

Hiernach sind bei jedem Prüfling an den vier vorgenannten Stellen je drei Schläge auszuführen; hierbei darf eine den ordnungsmäßigen Gebrauch beeinträchtigende Beschädigung nicht stattfinden.

c) Die Gerätesteckdose wird auf einen Gerätestecker mit Schutzkragen, dessen Abmessungen DIN VDE 9490 (zweite Ausgabe) entsprechen, aufgesetzt.

Die Gerätesteckdose wird dann an der ordnungsgemäß angeschlossenen Zuleitung je 50-mal in der kleinsten und der größten Achse mit einer Zugkraft von 3 kg in waagerechter Richtung beansprucht.

Das Prüfgerät ist in Abb. 3 dargestellt.

d) Bezüglich Schalter an Gerätesteckdosen siehe „Vorschriften für Geräteschalter".

§ 22.

Schaltleistung.

a) Die Gerätesteckdose muß nach vorheriger 1-stündiger Wiedererwärmung (siehe § 18) bei Anschluß an 250 V Gleichspannung und bei einer Belastung mit 10 A 50-mal, jedoch mit Pausen von etwa 10 s, ein- und ausgeschaltet werden, ohne daß sich ein dauernder Lichtbogen oder ein Überschlag nach dem geerdeten Gehäuse bzw. Schutzkragen des Gerätesteckers bildet und, ohne daß eine den Gebrauch beeinträchtigende Beschädigung des Prüflinges eintritt.

Die Schaltung der Prüfanordnung hat sinngemäß nach § 41 der K. P. I. zu erfolgen.

Die Prüflinge sind dabei so anzuordnen, daß die Gerätesteckdose bei der Ausschaltung senkrecht nach oben abgezogen wird.

b) Bezüglich Schalter an Gerätesteckdosen siehe „Vorschriften für Geräteschalter".

§ 23.

Federung der Kontakthülsen in erkaltetem Zustand.

a) In kaltem Zustand muß ein Lehrdorn mit einer Meßlänge von höchstens 17 mm und einem Durchmesser von 5,92 mm in jeder der Kontakthülsen mit 0,5 kg Belastung gehalten werden.

§ 24.

Isolation.

a) Zur Prüfung der Feuchtigkeitssicherheit wird die Gerätesteckdose nach § 95 (Stufe 1) der K. P. I. behandelt. Hiernach ist die Isolation zu prüfen und zwar:

Spannung führende Teile gegeneinander sowie gegen andere Metallteile und gegen eine um die Gerätesteckdose gelegte Stanniolumhüllung.

Dabei müssen 1500 V Wechselspannung 1 min lang ausgehalten werden, ohne daß ein Durch- oder Überschlag erfolgt.

b) Hierauf wird der Isolationswiderstand der Gerätesteckdose zwischen den Kontakthülsen sowie zwischen den Kontakthülsen und nicht Spannung führenden Metallteilen festgestellt. Der Widerstand darf bei einer Gleichspannung von 500 V nicht weniger als 2 MΩ sein.

§ 25.

Prüfung der Isolierteile.

a) Zur Prüfung der Isolierteile ist die Gerätesteckdose nach Vorbehandlung gemäß § 19 a), jedoch mit einer 100-stündigen Beheizung von 250 °, auf ihre mechanische Festigkeit gemäß § 21 zu prüfen.

§ 26.

Prüfung der Schutzspirale.

a) Zur Prüfung der metallenen Schutzspirale wird die Gerätesteckdose ohne Zuleitung auf einen Gerätestecker nach DIN VDE 9490 (zweite Ausgabe), der unter einem Winkel von 45 ° montiert ist, aufgesteckt. Die Spirale wird dann in einem Abstand von 50 mm — von der Aus-

trittstelle aus gemessen — mit 250 g belastet. Bei dieser Belastung muß das freie Ende der Spirale zwischen 20 und 50° gegenüber der Ausgangstellung liegen.

§ 27.

Verdrehungsschutz.

a) Die Prüfung des Verdrehungsschutzes ist sinngemäß nach § 100 der K.P.I. vorzunehmen.

§ 28.

Zugentlastung.

a) Die Prüfung der Zugentlastung ist sinngemäß nach § 99 der K. P. I. vorzunehmen. Die Prüfung hat zu erfolgen, nachdem die Leitungsadern von den Anschlußklemmen getrennt sind.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.



Betr.: Installations-Selbstschalter.

Lt. Mitteilung des Elektrischen Prüfamtes 3 in München entsprechen die nachstehend aufgeführten Installations-Selbstschalter mit dem Ursprungszeichen „Si", hergestellt von den Siemens-Schuckertwerken AG., Kleinbauwerk, Siemensstadt/Berlin, den seit dem 1. VII. 1930 geltenden Leitsätzen des VDE für Installations-Selbstschalter (VDE 445):

Installations-Selbstschalter in Stöpselform, mit thermischer und hiervon unabhängiger elektromagnetischer Auslöseeinrichtung, mit Freiauslösung sowie Einschalt- und Auslöse-Druckknopf,

für 6 und 10 A, 250 V Gleichspannung, 380 V Wechselspannung, Prüfzeit: August/September 1932,

und

für 15 A, 250 V Gleichspannung, 380 V Wechselspannung, Prüfzeit: November 1932.

Für Installations-Selbstschalter wird bekanntlich die Genehmigung zur Benutzung des VDE-Zeichens noch nicht erteilt. Es können aber Installations-Selbstschalter, welche lt. Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München den obenerwähnten Leitsätzen entsprechen, ebenso als verbandsmäßig angesehen werden wie andere Apparate, deren Übereinstimmung mit den VDE-Vorschriften von der VDE-Prüfstelle durch Erteilung der Zeichengenehmigung anerkannt worden ist (vgl. Veröffentlichung in der ETZ 1932, H. 47, S. 1142).

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Verein Breslau. 13. XII. 1932, abds. 8 h, Gr. Saal des Elektrotechn. Inst. der T. H.: Vortrag Dr. Klein, „Neuzeitliche Beleuchtungstechnik".

Elektrotechn. Verein des rhein.-westf. Industriebezirks, Duisburg. 14. XII. 1932, nachm. 6 h, gr. Saal der Börse: Jahreshauptversamml. mit anschl. Abendessen.

Elektrotechn. Verein München. 14. XII. 1932, abds. 8 h, Hörsaal 127 der T. H.: Vortrag Prof. Gg. Baumgartner, „Der Münchener Rundfunksender".

Elektrotechn. Gesellschaft zu Nürnberg. 9. XII. 1932, abds. 8 h, Vortragsaal der SSW, Frauentorgraben 35: Vortrag Prof. Born, „Atomtheorie und Wellenmechanik".

Elektrotechn. Gesellschaft Magdeburg. 14. XII. 1932, abds. 8¼ h, Festsaal der Ver. Techn. Staatslehranstalten f. Maschinenwesen, Am Krökentor 1: Vortrag Dipl.-Ing. Summerer, „Künstl. Beleuchtung von Innenräumen und ihre techn. Grundlagen".

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 14. XII. 1932, abds. 8 h, Elektrotechn. Inst., Militärstr. 3: Vortrag Dr.-Ing. H. Fein, „Elektrowerkzeuge zum Anschluß an die Lichtleitung".

Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens, Berlin. 14. XII. 1932, abds. 8½ h, Hörsaal des Heinrich-Hertz-Instituts für Schwingungsforschung, Berlin NW 87, Franklinstr. 1: 3. zwangloser Sprechabend über Röhrenfragen mit folg. Vorträgen:

a) Dr. Steimel, „Über Exponentialröhren".
b) F. Urtel, „Maximalleistungen und optimale Anpassung bei Trioden und Pentoden in symmetrisch gesteuerten Verstärkern."

Deutsche Beleuchtungstechn. Gesellschaft, Berlin. 15. XII. 1932, nachm. 5½ h, Hörsaal 141 der T. H. Berlin: 1. 3 Kommissionsberichte. 2. Vortrag Obering. E. Hölscher, „Technik und Wirtschaft der öff. Beleuchtung in neuem Licht".

Physikalische Gesellschaft zu Berlin. 16. XII. 1932, nachm. 5½ h, Gr. Hörsaal des Phys. Inst. der Universität, Reichstagsufer 7/8: Vortrag E. Kappler, „Experimentelle Untersuchungen über die Brownsche Bewegung einer Drehwaage".

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

O. Engel †.

Am 9. X. d. J. ist Marineoberbaurat a. D. Otto Engel im 61. Lebensjahre in Wiesbaden, wo er gegen seinen Rheumatismus eine Kur gebrauchte, unerwartet am Herzschlag gestorben. Engel wurde in Saarbrücken geboren, besuchte dort das Gymnasium und übte eine ausgedehnte praktische Tätigkeit auf der Germaniawerft, der Werft von Gebr. Sachsenberg in Roßlau und den drei Kaiserlichen Werften und nach Ableistung seiner Militärpflicht und Vollendung seines Studiums an der T. H. Berlin trat er Dezember 1897 als Marinebauführer in den Dienst der Kaiserlichen Marine, um 1919 als Marineoberbaurat seinen Abschied zu nehmen. Vom Herbst 1919 bis Anfang 1927 war er als technischer Direktor und Vorstand der Meirowsky AG. in Porz a. Rh. tätig und lebte seit 1927 in Wilhelmshöhe b. Kassel im Ruhestand.



O. Engel †.

Der Name Engel ist mit der Entwicklung der elektrischen Anlagen der deutschen Kriegschiffe eng verbunden. Er war 1904 bis 1913 Dezernent für Elektrotechnik im Reichsmarineamt und von 1916 bis Kriegsende bei der Inspektion des Unterseebootwesens als Vorstand der Abteilung für Elektrotechnik und Optik. In die erstgenannte Zeit fällt mit der Erweiterung der elektrischen Anlagen der Schiffe durch Einführung der elektrischen Antriebe der schweren Türme der Übergang von 110 auf 220 V und damit die Schaffung der 220 V-Normalien, woran Engel mit seiner besonderen Begabung für feine Konstruktionen einen großen Anteil hatte. Der von ihm damals konstruierte Paketschalter ist noch heute nicht nur in Bordanlagen, sondern auch an Land in Bedienungsräumen neuzeitlicher Schaltanlagen ein unentbehrliches und unübertroffenes Glied. Während seiner Tätigkeit bei der Unterseebootsinspektion wurden unter seiner Leitung neben der Erzielung vieler anderer technischer Fortschritte das Standsehrohr und für die elektrischen Hauptantriebe ein Anlaßverfahren entwickelt, das das Kurzschließen der 1 oder 2 Anlaßstufen vom Sinken des Stromes ab-

hängig machte, besonders für große Anlagen einen wesentlichen Fortschritt bedeutete und u. W. auch heute noch nicht übertroffen ist. Er verstand es, ohne die Fäden der Leitung aus den Händen zu verlieren, die Freude seiner Mitarbeiter an eigener Arbeit in hohem Grade aufrechtzuerhalten. Er war ein guter Kamerad und verfügte über einen köstlichen, feinen Humor, den er auch oft zur Beseitigung von Differenzen mit überraschendem Erfolge eingesetzt hat.

Engel hat erst kurz vor seinem Austritt aus der Marine geheiratet. Er führte ein sehr inniges Familienleben, das nun jäh zerrissen ist. Alle, die ihn kannten, werden ihn nie vergessen. Mitzlaff.

Auszeichnungen. — Dem o. Prof. der Physik an der Universität Berlin, Dr. Max von Laue wurde die Planck-Medaille der Deutschen Physikalischen Gesellschaft verliehen.

Weiter wurden aus dem Fonds der „Planck-Medaille“ gemäß § 9 der Satzungen Ehrengaben von je 500 RM verliehen an die Herren: Dr. Walter Elsässer, Frankfurt a. M., Dr. Fritz Kirchner, München, und Dr. Emil Rupp, Berlin.

Rektor und Senat der T. H. Darmstadt haben auf einstimmigen Antrag der Abteilung für Elektrotechnik die Würde eines „Doktor-Ingenieurs ehrenhalber“ verliehen:

Herrn Dr.-Ing. Heinrich Barkhausen, o. Professor an der T. H. Dresden, in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Klärung des Problems der Schwingungserzeugung und die Schaffung der Theorie der Elektronenröhren,

Herrn Clarence Feldmann, o. Prof. an der T. H. Delft, wegen seiner hervorragenden Verdienste um die Schaffung der Grundlagen für die Berechnung elektrischer Leitungsnetze,

Herrn Geheimen Regierungsrat Dr. Ernst Orlich, o. Prof. an der T. H. Berlin, wegen seiner hervorragenden Verdienste um die Lehre von den Wechselströmen und die Entwicklung ihrer Meßtechnik,

Herrn Dr.-Ing. Walter Rogowski, o. Prof. an der T. H. Aachen, wegen seiner hervorragenden Verdienste um die theoretische und experimentelle Forschung auf dem Gebiete der Hochspannungstechnik, insbesondere um die Entwicklung des Kathodenstrahl-Oszillographen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Technik voran! Jahrbuch m. Kalender f. d. Jugend 1932. Herausg. v. Deutschen Ausschuß f. techn. Schulwesen u. Reichsbund Deutscher Technik unt. Mitw. befreundeter u. angeschl. Verbände u. zahlr. Fachleute aus Praxis und Schule. Mit zahlr. Abb., 1 Landkarte u. 240 S. in kl. 8°. Zu bez. dch. Dt. Ausschuß f. techn. Schulwesen, Berlin 1931. Preis geb. 1 RM (v. 16 Stück ab: 0,85 RM).

Der kleine Kalender „Technik voran!“ für 1932 liegt vor. Er hat dieses Jahr manche Bereicherung erfahren. Zunächst bringt er wieder interessante kleine Aufsätze aus allen möglichen Gebieten der Technik unter besonderer Berücksichtigung hervorragender Leistungen der letzten Zeit. Aber auch die menschliche Seite findet ihre Pflege. Der Aufsatz „Arbeit und Charakter“ verdient hier besondere Beachtung und Anerkennung. Dagegen geht die Plauderei „Was soll ich nur werden?!“ m. E. nicht genügend in die Tiefe und wird deshalb der eigentlichen Eignungsfrage nicht voll gerecht. Auch Jugend-Körperpflege und -Ertüchtigung findet ihren Platz.

Außerordentlich dankenswert ist die Erweiterung in dem Tabellenmaterial, darunter z. B. die nette Zusammenstellung über die deutsche Handelstonnage.

Für die Verwendung als Taschenbuch hat der Kalender sehr gewonnen durch die Fortlassung der in früheren Jahrgängen beigehefteten Notizeinlage aus Karopapier und durch die Verwendung des so gewonnenen Raumes im eigentlichen Kalenderteil, der jetzt auch aus wesentlich besserem Papier hergestellt ist.

Im ganzen kann das wohlfeile Büchlein als Gabe für unsere Jugend, insbesondere soweit sie technisch interessiert ist, freudig begrüßt werden. Elbel.

Eingegangene Doktordissertationen.

Guttorm Brekke, Neuzeitliche Fragen im amerikanischen Industriebau. T. H. Berlin 1930.

Henri le Comte, Untersuchungen über die Gasschmelzschweißung und die elektrische Widerstandsschweißung an hartgezogenen Aluminium- und Aldrey-Drähten hinsichtlich der Festigkeit. T. H. Berlin 1932.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Aus den Jahresberichten deutscher elektrotechnischer Gesellschaften. — Entsprechend der Behandlung der Jahresabschlüsse der deutschen Elektrizitätswerke (s. ETZ Heft 37 vom 15. IX. 1932, S. 898 ff.) bringen wir hier ebenfalls in einheitlicher Erfassung zum erstenmal die Jahresabschlüsse von Gesellschaften der elektrotechnischen Industrie. Das einheitliche Schema gestattet, soweit die Abschlüsse gleichartiger Unternehmungen gegeben werden können, einen Vergleich der Werte der Gesellschaften untereinander. Die Veröffentlichungen werden fortan in dieser Form in zwangloser Folge vorgenommen werden. Wir glauben hiermit allen denjenigen unserer Leser, die sich mit den Fragen der fabrizierenden Elektroindustrie befassen, einen Dienst zu erweisen. Gleichzeitig bitten wir auch hier die Verwaltungen der Unternehmungen, uns durch Übersendung ihrer Geschäftsberichte zu unterstützen. Die Schriftleitung.

Aus den Jahresabschlüssen deutscher elektrotechnischer Gesellschaften.
Werte in 1000 RM.
(Die **fett**gedruckten Ziffern beziehen sich auf das Jahr 1931.
„ *schräg* „ „ „ „ „ „ „ 1930.)

Name der Gesellschaft	I. Bergmann Elektricitätswerke AG., Berlin	II. Sachsenwerk Licht- und Kraft-AG., Niedersedlitz	III. Brown, Boveri & Cie., AG., Mannheim	IV. Hartmann & Braun AG., Frankfurt a. M.
A. Aktiva				
I. Anlagevermögen	**16 865** *18 550*	**11 936** *14 222* [7]	**7 940** *8 680*	**1 703** *1 758*
II. Effekten und Beteiligungen [1]	**3 580** *5 453*	— —	**9 314** *10 918*	**332** — [12]
III. Umlaufsvermögen				
1. Vorräte	**10 476** *21 250*	**6 513** *11 184*	**11 728** *14 199*	**2 255** *2 304*
2. Forderungen				
a) an abh. u. Konzernges.	**5 228** — [2]	**181** — [2]	**1 640** — [2]	— —
b) an sonst. Schuldner	**20 920** *33 367*	**7 735** *12 675*	**19 412** *26 002*	**1 751** *1 541*
3. Kasse, Wechsel, Schecks, Bank- u. Postscheckguthaben	**7 538** *5 000*	**2 114** *273*	**5 093** *1 753*	**474** *624* [12]
Summe III	**44 162** *59 617*	**16 543** *24 132*	**37 873** *41 954*	**4 480** *4 469*
1931 geg. Vorjahr in %	— 25,9	— 31,4	— 9,7	+ 0,2
B. Passiva				
I. Grundkapital	**44 000** *44 000*	**5 037,5** *20 150*	**24 000** *25 000*	**1 936** *1 936*
II. Reservefonds	— *7 550*	**504** *3 000*	**5 000** *5 000*	**270** *270*
III. Unterstützungsfonds	— —	**50** — } [8]	**2 068** *2 000*	**334,5** *334,5*
IV. Rückstellungen [3]	**4 003** *2 565*	**5 667** *839*	**807** —	— —
V. Wertberichtigungen	— —	— —	**1 534** —	— —
VI. Verbindlichkeiten				
1. gegenüb. abh. u. Konzerngesellsch.	**703** — [2]	— —	**3 324** — [2]	— —
2. aus Anleihen, Hypotheken, Schuldverschreibungen	**6 412** *10 322*	**5 746** *5 325*	**344** [10] *741*	**1 566** *1 585*
3. sonstige	**21 570** *20 162*	**11 479** *10 701*	**25 942** *27 494*	**2 644** *1 938*
Summe VI	**28 685** *30 484*	**17 225** *16 026*	**29 610** *28 235*	**4 210** *3 523*
1931 gegen. Vorj. in %	— 5,9	+ 7,6	+ 4,9	+ 19,5
Bilanzschlußzahl	**76 689** *84 599*	**28 504** *40 022*	**63 039** *61 552*	**6 750** *6 227*
C. aus Gewinn und Verlustrechnung				
I. Steuern	**4 228** [5] *3 063*	**743** *790*	**996** *2 223*	— —
II. soziale Abgaben . .	**1 040** *1 366*	**854** *885*	**819** *957*	— —
III. Abschreibungen . . .	**21 512** [6] *2 315*	**1 118** *668*	**4 275** [11] *1 400*	**156** *177*
IV. Jahresreingewinn [4] .	— —	— —	— *1 269*	— *111*
V. Dividende	— —	— *7%* [9]	— *5%*	— *7%*
VI. Jahresreinverlust [4] .	**25 395** *1 500*	**7 908** *1 702*	**8 533** —	**262** —

Anmerkungen:

1 Eine Trennung in Dauerbeteiligungen und vorübergehende Geldanlagen (Effekten) ist noch nicht möglich, da die Posten noch vielfach zusammengezogen werden. Eigene Aktien sind in diese Gruppe hineingenommen.
2 Für 1930 noch keine getrennte Angabe.
3 Z. T. einschließlich Übergangsposten.
4 Ohne Vorjahresvortrag und andere Verrechnungen.

Aus den Geschäftsberichten für 1931:

Zu I. Bergmann Elektricitätswerke AG.

Anmerkungen:

5 Einschließlich 1 500 000 RM aus früheren Geschäftsjahren.
6 Davon (in 1000 RM) auf Vorräte: 10 225; auf Beteiligungen: 2939; auf Debitoren: 6743.

Umsatz (in Mill RM) 1929: 116; 1930: 78; 1931: 48.

Der weitere Rückgang des Umsatzes auf 48 Mill RM im Jahre 1931, der sich in den ersten Monaten des laufenden Jahres fortgesetzt hat, ist besonders auf die gesunkenen Geschäftsmöglichkeiten auf dem Turbinen- und Großmaschinengebiet zurückzuführen. Diese verlustbringenden Fabrikationsabteilungen sind aufgegeben worden. Auch die Geschäftsmöglichkeiten in den verbliebenen Fabrikationszweigen sind während 1931 derart zurückgegangen, daß trotz Unkostensenkung erhebliche Verluste auch auf diesen Gebieten nicht vermieden werden konnten. Eine Umsatzsteigerung konnte in der Abteilung für Elektrowärmegeräte, besonders in Bügeleisen, elektrischen Herden und Heißwasserspeichern erzielt werden. Auch das Motorengeschäft hielt sich bis zum September noch auf beachtlicher Höhe, danach ist auch hier ein stärkerer Rückgang eingetreten. Wesentliche Beträge, die ausländische Tochtergesellschaften und direkte ausländische Kunden, insbesondere in Südamerika und in einigen europäischen Ländern der Gesellschaft schuldeten, waren uneinbringlich. Der größte Teil der eigenen Verkaufsbüros im Ausland mußte aufgegeben und in Vertretungen umgewandelt werden. Auch die inländische Verkaufsorganisation wurde wesentlich vereinfacht. Um der Gefahr einer Liquiditätskrise zu begegnen, hat die Gesellschaft ihr Glühlampenwerk mit den Betrieben der Osramwerke und der Julius Pintsch AG. gegen einen größeren Barbetrag und eine Beteiligung an der Osramgesellschaft fusioniert. Die Gesellschaft besitzt die folgenden Dauerbeteiligungen:

R. Frister AG., Berlin-Oberschöneweide,
Porzellanfabrik Josef Schachtel AG., Sophienau,
David Grove AG., Berlin,
Hohlglas-Hüttenwerke Raetsch & Co. G. m. b. H., Neu-Tschöpeln.

Zu II. Sachsenwerk Licht- und Kraft AG.

Anmerkungen:

7 Einschließlich Pöge-Erwerbskonto.
8 Weitere Stiftungen in gesonderter Verwaltung (1931 in Höhe von 181 000 RM).
9 Verzinsungsgarantie der AEG für die Stammaktien.

Infolge der fortschreitenden Verschlechterung der Wirtschaftslage hat sich der Geschäftsumfang im Jahre 1931 weiter vermindert. Außerordentlich stark zusammengeschrumpft ist das Geschäft mit den inländischen Stromversorgungsunternehmungen, der früher wichtigsten Kundschaft, die in großen und kleinen Maschinen, Transformatoren und Schaltanlagen jeden Umfangs einen großen Teil der gesamten Fabrikation des Unternehmens aufgenommen haben. Am wenigsten hatte der Absatz in Konsumartikeln (Radioapparate) zu leiden. Im Zusammenhang mit notwendigen Sparmaßnahmen war die Gesellschaft gezwungen, das übernommene Pögewerk in Chemnitz stillzulegen. Sie war ferner zur Stillegung des umfangreichen Werkes in Radeberg und zur Überführung des Betriebes in das Stammwerk Niedersedlitz genötigt. Zur Deckung der entstandenen Verluste und Unkosten für die Umstellung der Betriebe mußte eine Zusammenlegung des Kapitals im Verhältnis 4 : 1 auf 5 037 500 RM vorgenommen werden. In der Fabrikation von Drehstromkleinmotoren sind neuartige Ausführungen herausgebracht, durch die das Gewicht erheblich vermindert wurde.

Zu III. Brown, Boveri & Cie. AG.

Anmerkungen:

10 388 200 RM Anleihe-Einlösungen zu sonstigen Verbindlichkeiten gerechnet.
11 Davon auf Beteiligungen 3 267 270 RM.

Das Unternehmen, das ausschließlich das Starkstromgeschäft und innerhalb desselben vorwiegend die Fabrikation von Großmaschinen und Apparaten für die Elektrizitätserzeugung und -verteilung betreibt, ist damit wie kaum ein anderer Industriezweig auf den Fortgang wirtschaftlicher Entwicklung angewiesen und empfindet den nahezu vollständigen Stillstand dieser Entwicklung besonders schwer. Die Gesellschaft hat in der Ansicht, daß die technische Entwicklung der Elektrizitätserzeugung und -umwandlung noch lange nicht abgeschlossen ist, Konstruktionen entwickelt, die auf eine Verbilligung der Stromerzeugung und -umformung abzielen. Vor allem werden gegenwärtig zwei große Aufgabengruppen bearbeitet, nämlich die mit der Entwicklung eines neuen Dampfkesselsystems zusammenhängenden Probleme und diejenigen, die sich aus der Beeinflußbarkeit des Quecksilberdampf-Gleichrichters durch sogenannte Gitter ergeben. Die Einführung dieser Arbeiten in die Praxis hat begonnen. Besondere Aufmerksamkeit ist der Verwendung der Elektrowärme im Haushalt und in der Industrie geschenkt worden. Bezüglich des Wirtschaftsprogramms der Regierung bedauert die Gesellschaft die Vernachlässigung der Elektroindustrie, soweit öffentliche Arbeitsbeschaffung in diesem Programm enthalten ist, da jede Maßnahme zur Steigerung des Verbrauchs elektrischer Energie früher oder später sich als wirtschaftlich erweisen wird. Das gilt besonders für die in den letzten Jahren leider wenig betriebene Vollbahnelektrisierung, deren raschere Fortsetzung die Reichsbahn im Inland gegenüber dem Kraftwagen und gegenüber den benachbarten elektrischen Fernverbindungen des Auslandes konkurrenzfähiger machen würde. Die Gesellschaft erklärt, daß die Elektrisierung weiterer wichtiger Strecken als Glied eines weitsichtigen Wirtschaftsprogramms unbedingt vertreten werden kann. Ihre planmäßige Fortführung ist für die Elektroindustrie um so wichtiger, weil sie einen Ausgleich für das stilliegende Großmaschinengeschäft bringen könnte, das auch von einer allmählichen Konjunkturbelebung zunächst kaum berührt werden wird. Der gesamte Umsatz (einschließlich Tochtergesellschaften, aber ohne H. Römmler AG.) ist gegenüber 1930 um 22 % gesunken. Auf den Export fielen rd. 40 % des Gesamtumsatzes. Die wesentlichen Beteiligungen der Gesellschaft (90 % oder mehr) sind die folgenden:

Saar-Brown-Boveri AG., Saarbrücken,
Rheinische Draht- und Kabelwerke G. m. b. H., Köln-Riehl,
Stotz-Kontakt G. m. b. H., Mannheim-Neckarau,
Isolation AG., Mannheim,
Gleichrichter-Gesellschaft m. b. H., Berlin,
Gußwerke AG., Frankenthal (wurde schon vor 2 Jahren im wesentlichen stillgelegt).

Außerdem ist die Gesellschaft an der H. Römmler AG., Spremberg, beteiligt.

Zu IV. Hartmann & Braun AG.

Anmerkungen:

12 In A III 3 enthalten. Um den betreffenden nicht gesondert angegebenen Posten ist Summe A III für 1930 zu hoch.

Die Wirtschaftskrise hat der Gesellschaft für das Geschäftsjahr 1931 zum ersten Male seit ihrem Bestehen einen Verlustabschluß gebracht. Das Gebiet der elektrischen Meßinstrumente gehört zu den kompliziertesten der Feinmechanik. Die geistige Arbeit hat einen auffallend großen Anteil an den Herstellungskosten, sie muß von einer großen Anzahl zu gemeinsamer Arbeit herangebildeter Spezialfachleute geleistet werden. Deshalb mußte bei der notwendigen Betriebseinschränkung besonders vorsichtig vorgegangen werden, so daß sich die mit der Aufrechterhaltung eines größeren Beamtenapparates verbundenen Opfer nicht vermeiden ließen. Die allenthalben für die deutsche und auch allmählich für die ausländische Industrie eingetretene starke Unterbeschäftigung hat einen scharfen Preiskampf entfesselt. Die durchaus unbefriedigenden Preise haben das Jahresergebnis sehr ungünstig beeinflußt. Dem Unternehmen sind die Bemühungen und Erfolge auf dem verhältnismäßig jungen Gebiet der wärmetechnischen Überwachungsapparate besonders in der Zeit des Konjunkturrückganges sehr zustatten gekommen.

wt.

Berichtigung.

In der Besprechung des Vortrages „Mechanische Probleme bei großen Turbogeneratoren" ist unter Abb. 1 auf S. 1161 der ETZ „10,5 kV" anstatt „1,5 kW" zu lesen.

Abschluß des Heftes: 2. Dezember 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

AEG-Hochleistungschalter.

Mitteilung der AEG.

Zur Lösung der Probleme, die sich mit den ständig steigenden Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Ölschaltern ergaben, richtete die AEG als erste Firma ein Hochleistungs-Prüffeld ein. Es ermöglichte ihr, in der systematischen Entwicklung der Hochleistungschalter führend voranzugehen.

So konnten von der AEG neuzeitliche Rundkessel-Ölschalter in einer geschlossenen Typenreihe für alle Spannungen bis 220 kV entwickelt werden. Bei gleicher Isolationsfestigkeit und wesentlich erhöhter Abschaltleistung haben die neuen Schalter verkleinerte Abmessungen, geringeres Gewicht und stark verminderten Ölinhalt.

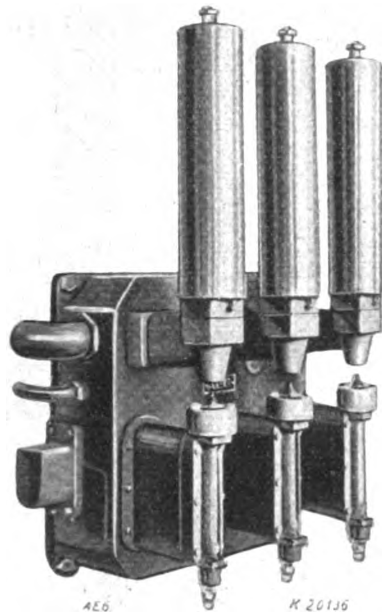


Abb. 1. Druckgasschalter CPK. Reihe 10. Abschaltleistung 200 MVA.

Im Vordergrund des Interesses stehen heute mehr denn je die öllosen Leistungschalter, deren Entwicklung durch die bei der Erforschung der Gasentladung gewonnenen Erkenntnisse über das Löschprinzip erfolgreich gefördert wurde. Diese Schalter fanden zunächst Eingang in die Praxis als Hochleistungschalter, sind aber nun auf dem Wege zum Gebrauchschalter in neuzeitlichen Hochspannungsanlagen. Die AEG hat neuerdings einen Druckgasschalter Form CPK Reihe 10 bis Reihe 30 (Abb. 1) auf den Markt gebracht, dessen wesentliches Merkmal gegenüber den bereits früher in großem Umfange gelieferten Druckgasschaltern darin besteht, daß er durch den Anbau eines Kompressors ohne weiteres auch als Einzelschalter verwendbar ist. Die Abschaltleistung des Schalters beträgt 200 MVA bei den Typen Reihe 10 und 20 und 250 MVA bei dem Typ Reihe 30. Die Hauptkennzeichen des Modells sind: niedriger Betriebsdruck (5 bis 9 atü), sehr geringer Luftverbrauch, kein störendes Schaltgeräusch, kleine, sehr wirksame Schalldämpfer in zylindrischer Form, die unmittelbar auf der Schaltstelle aufgebaut sind, sichtbare Trennstelle, sichtbarer Schaltstift, unmittelbare Erkennbarkeit beider Endstellungen des Stiftes, Druckluftzufuhr direkt durch die als Hohlisolator ausgebildete Schaltdüse und Antrieb des Stiftes durch den unteren flach ausgebildeten Isolator hindurch.

In der durch geringe Abmessungen ausgezeichneten Schalter-Grundplatte ist der Antriebzylinder für die Schaltbewegungen eingebaut. Der Antrieb des Druckgasschalters ist eine neuartige Verwirklichung des Kraftspeicherprinzips. Als Arbeitsträger ist Druckluft verwendet. Der Arbeitsdruck wird durch einen aufgesetzten kleinen Motorkompressor erzeugt. Der Luftvorrat eines mit dem Antrieb zusammengebauten Windkessels reicht nach voller Aufladung für einen VDE-mäßigen Schaltzyklus. Der den Speicher aufladende Kompressor mit Motor ist entbehrlich, wenn an der Einbaustelle eine Druckluftverteilungsanlage zur Verfügung steht.

Auch ein von der AEG neuentwickelter Wasserschalter Typ CWS (Abb. 2) für Reihe 10 und Reihe 20 hat rasch Eingang in die Praxis gefunden. Der Aufbau des Schalters ist einfach und übersichtlich. Kleine Abmessungen, geringes Gewicht, bequeme Einbaumöglichkeit, sichere Beherrschung des Abschaltvorganges bei allen Leistungen sowie geringer Wasserverbrauch bei Kurzschlußschaltungen zeichnen den Schalter aus. Die Abschaltleistung beträgt 200 MVA. Im unteren Teil des schmiedeeisernen Gehäuses sind die Schaltkammern für die drei Phasen nebeneinander angeordnet. Jede Schaltkammer ist leicht auswechselbar auf einem Kammerträger gelagert, der seinerseits mittels isolierender Schraubenbolzen und eines ovalen Hartpapierstützers kittlos auf der Grundplatte befestigt ist. Im oberen Teil des Gestelles befinden sich, in der gleichen Weise isoliert, die Gehäuse mit den Antriebsteilen für die Schaltstifte, ferner die waagerecht gelagerte Antriebswelle. Die Welle überträgt ihre Bewegung mittels isolierender Zugstangen auf die Schaltstifte. Die Unterbrechungstelle ist gut sichtbar, so daß die Schalterstellung und die Beschaffenheit der Kontaktstifte jederzeit festgestellt werden können.

Die Entwicklung der öllosen Schalter ist also auf zwei Bahnen fortgeschritten. Wasserschalter mit selbsterzeugter Strömung des Löschmittels und Druckgasschalter mit fremderzeugten Löschmittel haben jeder für sich zu brauchbaren Lösungen geführt. Wasserschalter und Druckgasschalter stehen dort, wo sich ihre Verwendungsgebiete überdecken, gleichberechtigt nebeneinander. Die Anwendung von Wasserschaltern ist jedoch auf niedrigere Spannungen beschränkt, während der Druckgasschalter schon beim heutigen Stand im ganzen Spannungsbereich von 3 bis 220 kV

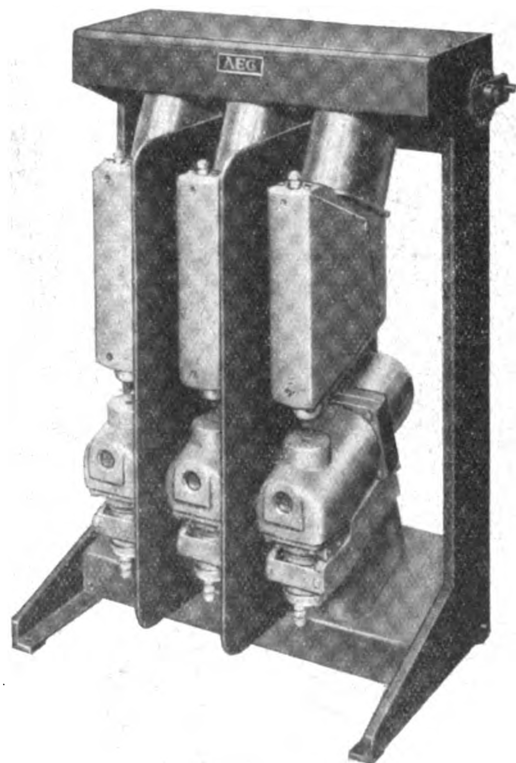


Abb. 2. Wasserschalter CWS, Reihe 10, Abschaltleistung 200 MVA.

einheitlich angewandt werden kann und somit der einzige Hochleistungschalter ist, der für sämtliche Spannungen vollkommen öllos durchgebildet ist. Druckgasschalter für verschiedene Spannungen bis zu 100 kV sind bereits in größerem Umfange seit mehreren Jahren in Betrieb und haben alle vorgekommenen Abschaltungen, auch die schwersten Kurzschlüsse, anstandslos bewältigt. Ebenso liegen von den AEG-Wasserschaltern gute Betriebserfahrungen vor.

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

53. Jahrgang | Berlin, 15. Dezember 1932 | Heft 50

Die Inbetriebhaltung größerer Asynchronmotoren mit Schleifringläufer bei Spannungschwankungen*.

(Mitteilung aus der Elektrotechnischen Abteilung der BEWAG.)

Von Dipl.-Ing. H. Feindt, Berlin.

Übersicht. Es werden Versuche an größeren Pumpenmotoren beschrieben, die dazu dienten, die Grenzbedingungen für die Inbetriebhaltung bei Spannungschwankungen zu ermitteln.

In Abhängigkeit von Größe und Dauer der Spannungsschwankungen wurden für Kreisel- und Kolbenpumpen-Motoren Drehzahlabfall und Stromaufnahme bestimmt.

Hiernach ist die Inbetriebhaltung der Motoren auch bei sehr starken Spannungschwankungen im allgemeinen ohne besondere Einrichtungen möglich, wenn man den Überstrom- und Unterspannungsschutz mit abhängiger Zeitverzögerung versieht und so unempfindlich einstellt, wie es mit Rücksicht auf Motor und Pumpe möglich ist.

Es wird ferner eine selbsttätig arbeitende Wiederanfahreinrichtung für besonders schwere Bedingungen (Kolbenpumpenmotoren) beschrieben.

Schon bei geringfügigen Spannungschwankungen der elektrischen Verteilungsnetze wird häufig die Beobachtung gemacht, daß Motoren durch Überstrom- oder Unterspannungschutz auslösen. Dadurch können besonders in lebenswichtigen Betrieben, z. B. in Wasserwerken, Krankenhäusern u. dgl., z. T. recht unangenehme Betriebstörungen entstehen, die bei zweckmäßiger Einstellung der Relais leicht vermieden werden können. Als Ursache der Spannungsschwankungen sind in erster Linie Kurzschlüsse und Erdschlüsse zu nennen. Die Spannungschwankungen sind zwar in neuzeitlichen Netzen ziemlich selten, lassen sich aber nicht völlig vermeiden.

Es erhebt sich nun die Frage, ob und wie weit es möglich ist, die an ein Verteilungsnetz angeschlossenen Motoren bei Spannungschwankungen in Betrieb zu halten, und welche Maßnahmen hierfür notwendig sind. Zur Klärung dieses Problems wurden von der BEWAG umfangreiche Versuche angestellt, bei denen die im Berliner Netz vorkommenden Schwankungen in ihrer Größe und Dauer nachgeahmt wurden. Über das Ergebnis dieser Versuche soll im folgenden berichtet werden.

Es wurden vorzugsweise Versuche an asynchronen Drehstrommotoren größerer Leistung von etwa 100 bis 1000 kW für eine Spannung von 6000 V ausgeführt. Die Versuche können natürlich sinngemäß auch auf andere Motorenarten und Motoren anderer Leistung und Spannung übertragen werden.

Besonders maßgebend für das Verhalten der Motoren ist die Charakteristik der Arbeitsmaschinen. Man hat zu unterscheiden zwischen Arbeitsmaschinen, deren Drehmoment von der Drehzahl abhängig ist und solchen, deren Drehmoment von Drehzahländerungen der Maschine praktisch unabhängig ist.

Ein Beispiel für den ersten Fall ist die Kreiselpumpe. Ihr Drehmoment steigt und fällt angenähert mit der 2. Potenz der Drehzahl. Bei Kolbenpumpen dagegen ist das Drehmoment praktisch unabhängig von Drehzahländerungen und daher auch bei kleiner Drehzahl schon in voller Höhe vorhanden. Der Unterschied zwischen diesen beiden Maschinenarten geht am besten aus einem Auslaufversuch hervor (vgl. Abb. 1).

Die Kreiselpumpe kommt erst 60 s nach dem Abschalten vom Netz zum Stillstand. Nach rd. 5 s ist sie auf 50 % der Nenndrehzahl abgefallen. Die Kolbenpumpe dagegen steht bereits nach rd. 3 s, da das volle Gegendrehmoment einen allmählichen Auslauf verhindert.

Man sieht hieraus schon, daß die Inbetriebhaltung von Motoren mit drehzahlunabhängigem Gegendrehmoment größere Schwierigkeiten bereitet als die Inbetriebhaltung von Motoren mit drehzahlabhängigem Gegendrehmoment.

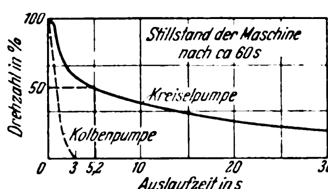


Abb. 1. Auslauf eines 960 kW-Kreiselpumpenmotors und eines 300 kW-Kolbenpumpenmotors bei Abschaltung vom Netz.

In Abb. 2 ist die Schaltung der Versuchsanlage dargestellt. Der zur Verfügung gestellte Generator hatte eine Leistung von 20 000 kW bei 6000 V Klemmenspannung. Der Versuchsmotor wurde über besondere, vom Betriebsnetz abgetrennte Kabel gespeist. Die Spannungschwankungen wurden dadurch hervorgerufen, daß je nach Größe der gewünschten Absenkung einer oder mehrere kurzgeschlossene Transformatoren auf die vorher wegen der geringen Belastung nur schwach erregte Maschine geschaltet wurden. Die Dauer der Spannungsenkungen konnte beliebig verändert werden.

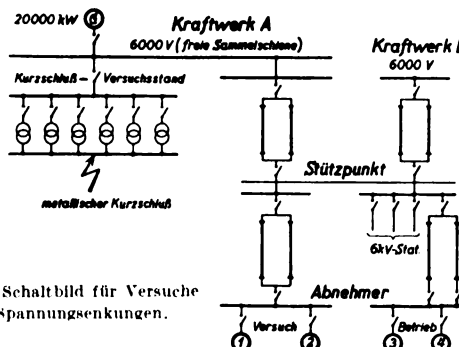


Abb. 2. Schaltbild für Versuche mit Spannungsenkungen.

Bei den Versuchen wurden u. a. folgende Größen gemessen (vgl. Abb. 3): Statorspannung, Statorstrom, Leistung und Drehzahl des Versuchsmotors.

Der zeitliche Verlauf dieser Größen konnte aus den Oszillogrammen ermittelt und in Kurvenform dargestellt werden. Zur genauen Bestimmung des Drehzahlabfalls wurde bei den Kreiselpumpenmotoren eine Kontaktscheibe verwendet, über die eine Oszillographenschleife bei jeder Umdrehung des Motors einen Stromimpuls erhielt. Bei den Kolbenpumpen wurde die Drehzahl aus der Frequenz des Rotorstromes bestimmt.

I.

In den Abb. 4 ··· 6 sind zunächst die Ergebnisse der Versuche mit einem 960 kW-Kreiselpumpenmotor dargestellt.

---

* Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 20. X. 1931.

Zwei Spannungsenkungen, wie sie in einem großstädtischen Kabelnetz neuzeitlicher Ausführung nur unter besonders ungünstigen Bedingungen vorkommen können, zeigt Abb. 4. In Abhängigkeit von der Zeit in Sekunden sind die Netzspannung U, der Statorstrom des Motors I und die Drehzahl n in Prozent ihrer Nennwerte dargestellt.

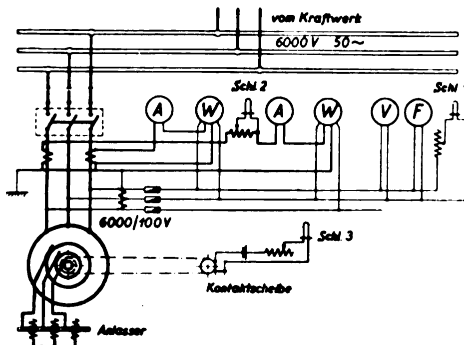


Abb. 3. Meßschaltbild für Versuche mit Spannungsenkungen.

Im Zeitpunkt 0 setzt an irgendeiner Stelle des Netzes ein Kurzschluß ein. Die Netzspannung sinkt nach einer gedämpften Kurve auf 75 % Restspannung. Nach 3,5 s wird die Fehlerstelle abgeschaltet, und die Netzspannung steigt wieder auf ihren Normalwert an. Durch das Sinken der Spannung fällt die Drehzahl des Motors in diesem Falle nur um rd. 1 %. Dementsprechend steigt der Motorstrom zunächst auch nur auf 150 % und bei Wiederkehr der vollen Spannung auf rd. 180 % des Nennstromes.

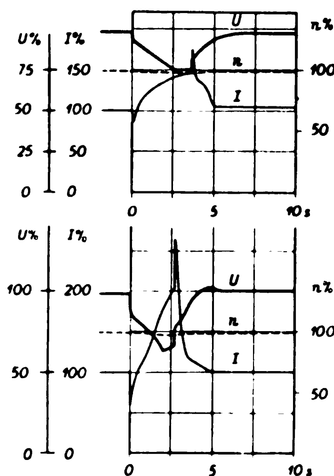


Abb. 4. Stromaufnahme und Drehzahlabfall eines Kreiselpumpenmotors bei: oben: Spannungsenkung auf 75 %, Dauer 3,5 s; unten: Spannungsenkung auf 63 %, Dauer 2,7 s; Motor bleibt in Betrieb.

Bei dem nächsten Versuch (Abb. 4 unten) sank die Spannung 2,7 s lang auf 63 %. Bei Wiederkehr der vollen Spannung stieg der Strom kurzzeitig auf den 2,65fachen Nennwert. Die Drehzahl fiel auch hier fast gar nicht ab.

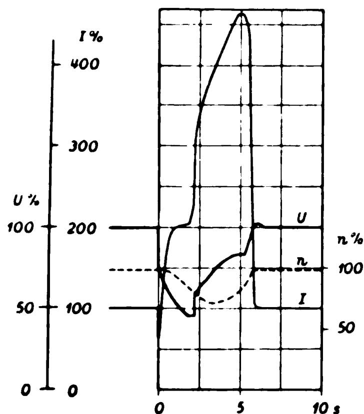


Abb. 5. Spannungsenkung auf 45 %, Dauer 2,3 s, Motor bleibt in Betrieb.

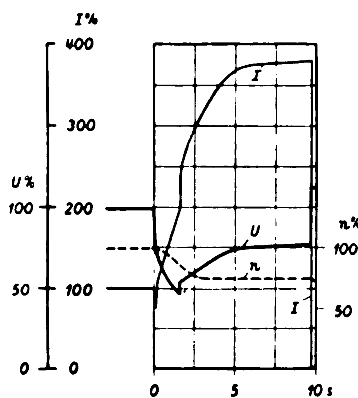


Abb. 6. Spannungsenkung auf 45/75 %, Dauer 9,8 s, Schalter löst aus.

Diese beiden Spannungsenkungen sind für den Motor noch vollkommen unbedenklich. Eine thermische oder dynamische Überbeanspruchung der Wicklung tritt nicht ein.

Bei dem Versuch nach Abb. 5 stieg der Strom auf den 4,6fachen Normalwert an. Die Spannung ging auf 45 % bei 2,3 s Dauer zurück. Die Größe des Stromes ist darauf zurückzuführen, daß der Motor vor der Wiederkehr der normalen Spannung bereits gekippt war. Die Drehzahl fiel kurzzeitig bis auf 71 % der Nenndrehzahl ab. Die Beschleunigung des Motors erfolgte erst 1,2 s nach der Wiederkehr der Spannung. Der ganze Wiederanlaufvorgang dauerte 6 s, vom Beginn der Spannungsenkung ab gerechnet. Der Motor wurde zwar kurzzeitig überlastet, von einer Gefährdung der Wicklung kann jedoch auch bei dieser sehr starken Spannungsenkung nicht gesprochen werden.

In Abb. 6 ist ein Versuch dargestellt, bei dem der Motor durch den Überstromschutz auslöste. Die Auslösung erfolgte beim 3,8fachen Nennstrom nach rd. 10 s. Der Überstromschutz war vorher entsprechend der thermischen Belastbarkeit der Motorwicklung auf diese noch zulässige Zeitverzögerung eingestellt worden. Die hohe Stromaufnahme kam bei diesem Versuch dadurch zustande, daß nach dem Sinken der Spannung auf 45 % diese nur auf 75 % der Nennspannung wieder anstieg. Wir haben es hier also mit einer Spannungsenkung von 10 s Dauer zu tun, ein Fall, der im BEWAG-Netz praktisch kaum möglich ist. Er wurde jedoch bei den Versuchen nachgeahmt, um die Grenzen für die Inbetriebhaltung bei Spannungschwankungen zu ermitteln.

Man kann daher zusammenfassend sagen, daß die Stromaufnahme der Motoren mit drehzahlabhängigem Gegendrehmoment bei den üblichen Spannungsenkungen sich in noch durchaus zulässigen Grenzen hält. Eine Gefährdung der Wicklung ist selbst bei so starken Spannungssenkungen, wie sie in den Abb. 4 ··· 6 dargestellt sind, nicht zu befürchten.

Wenn diese Motoren dennoch häufig bei Spannungsschwankungen des Netzes auslösen, so ist dies meistens nur auf eine zu knappe Einstellung des Überstrom- oder Spannungsrückgangschutzes zurückzuführen.

Die auf Grund der Versuche als notwendig erkannte Einstellung des Überstromschutzes ist in Abb. 7 dargestellt. Die Kurve enthält den VDE-mäßigen Punkt beim 1,5fachen Nennstrom mit 120 s Auslösezeit (vgl. R.E.M.). Die anderen Punkte der Auslösekennlinie sind diesem thermisch angenähert äquivalent. Bei dieser Einstellung ist die Inbetriebhaltung der Motoren bei fast allen praktisch vorkommenden Spannungschwankungen des BEWAG-Netzes möglich. Anderseits bedeutet diese Auslösekennlinie nach den Berechnungen der Herstellerfirmen der Motoren noch keine Überbeanspruchung der Motorenwicklung.

In der Praxis findet man häufig begrenzt abhängige Überstrom-Zeitrelais als Schutz für größere Motoren, deren Auslösekurven für eine Inbetriebhaltung bei Spannungsschwankungen wenig geeignet sind (vgl. Abb. 8). Die an einem solchen Relais einstellbaren Auslösekurven lassen sich mit der wünschenswerten Kurve *4* in keinem Falle voll zur Deckung bringen. Die Kurve *4* in der Abb. 8 ist die Kennlinie, die auf Grund der Versuche der BEWAG für eine Inbetriebhaltung bei Spannungschwankungen geeignet wäre. Sie bezieht sich auf einen 500 kW-Pumpenmotor, der aus wassertechnischen Gründen unter bedeutend günstigeren Bedingungen arbeitete als der oben erwähnte 1000 kW-Motor.

Vielfach ist auch der Spannungsrückgangschutz die Ursache dafür, daß die Motoren bei Spannungschwankungen herausfallen. Hierzu ist zunächst zu bemerken, daß ein Spannungsrückgangschutz überhaupt nur dann am Platze ist, wenn

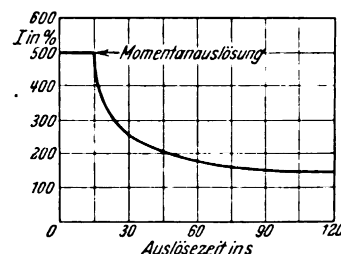


Abb. 7. AMZ-Auslösekennlinie für Kreiselpumpenmotor.

die Eigenart der angetriebenen Maschine es erfordert, oder wenn nach Ausbleiben der Spannung Unzuträglichkeiten bei Wiederkehr der Spannung auftreten können.

Der Spannungsrückgangschutz hatte bisher auch bei größeren Motoren in den meisten Fällen keine Zeitverzögerung. Einige Typen sprechen schon bei 60 ··· 80 % der Nennspannung an und lösen den Motor unverzögert aus.

Daß hierzu mit Rücksicht auf den Motor keine Veranlassung vorliegt, ist z. B. aus Abb. 4 ersichtlich; der Stromstoß, der bei solchen Spannungsenkungen auftritt, ist nur sehr klein. Aus diesem Grunde wird neuerdings auch vielfach eine spannungsunabhängige Zeitverzögerung beim Unterspannungschutz vorgesehen. Man läßt erst dann auslösen, wenn die Spannungsenkung mehrere Sekunden lang bestehen bleibt. Dies hat jedoch den Nachteil, daß auch bei kurzzeitigem völligen Spannungszusammenbruch eine Auslösung des Motors erst nach der

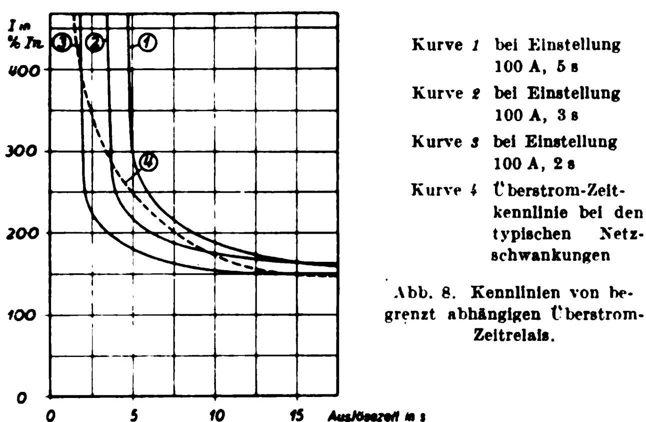


Abb. 8. Kennlinien von begrenzt abhängigen Überstrom-Zeitrelais.

eingestellten Zeit, also nach mehreren Sekunden erfolgt. Der Motor kann dann bei Wiederkehr der Spannung u. U. überbeansprucht werden, besonders wenn seine Wicklung nicht kurzschlußfest ist, oder wenn der Wiederanlauf aus dem Stillstand wegen der Eigenart der angetriebenen Maschine nur schwer möglich ist.

Die BEWAG hat daher auf Grund der Versuche mit Spannungsenkungen für solche Motoren einen Unterspannungschutz mit spannungsabhängiger Zeitverzögerung vorgeschlagen.

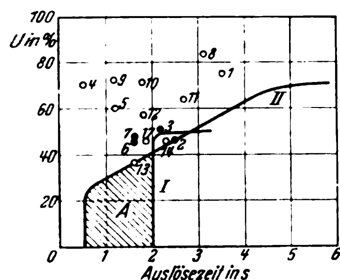


Abb. 9. Abhängiger Unterspannungs-Zeitauslöser.

Die Auslösekennlinie eines solchen abhängigen Unterspannungs-Zeitauslösers ist in Abb. 9 dargestellt. Nach den Versuchen der BEWAG sind alle Spannungsenkungen, die über der Kurve *II* liegen, ungefährlich für den Motor. Alle Spannungsenkungen dagegen unter der Kurve *II* sind meist mit hohen Stromstößen für den Motor verbunden. Derartige tiefe und langandauernde Spannungssenkungen sind jedoch im BEWAG-Netz äußerst selten.

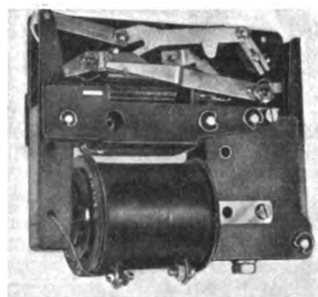


Abb. 10. Spannungsrückgangs-Auslöser mit abhängiger Verzögerung.

Die Kurve *I* ist die Auslösecharakteristik eines unabhängigen Spannungsrückgangs-Auslösers mit der Auslösezeit von 2 s. Man sieht, daß dieser Auslöser den Motor in dem schraffierten Bereich *A* nicht vor Stromstößen schützt. Hier würde also der Überstromschutz ansprechen müssen.

Abhängige Unterspannungs-Zeitauslöser, deren Herstellung anfangs einige Schwierigkeiten bereitete, werden jetzt von mehreren Firmen hergestellt. Das in Abb. 10 als Beispiel wiedergegebene Modell ist ein verhältnismäßig kleiner Klappankermagnet. Die Abhängigkeit der Auslösezeit von der Tiefe der Spannung wird hier durch ein unter der Einwirkung von Federspannungen stehendes Hebelsystem erreicht, das seinerseits über ein Hemmwerk die Auslösung betätigt (kinematische Lösung).

Für alle Motoren, deren Arbeitsmaschinen ein der Drehzahl proportionales Drehmoment haben, z. B. die Kreiselpumpen, ergibt sich also die erfreuliche Tatsache, daß die Inbetriebhaltung bei Spannungschwankungen des Netzes im allgemeinen keine Schwierigkeiten bereitet. Sie ist durch geeignete Einstellung des Überstrom- und Unterspannungschutzs in fast allen Fällen möglich.

II.

Nicht ganz so einfach liegen die Verhältnisse bei den Motoren, deren Drehmoment praktisch unabhängig von Drehzahländerungen ist. Es wurden Versuche mit Spannungssenkungen an einem Motor von 300 kW, 6000 V und 72 U/min (Schwungradtype) vorgenommen. Der Motor diente zum Antrieb einer Kolbenpumpe. Bei Spannungssenkungen bis auf etwa 55 % der Nennspannung herunter ist es jedoch ohne weiteres möglich, auch diese Motoren in Betrieb zu halten, wenn man den Überstrom- und Unterspannungschutz mit entsprechender Zeitverzögerung versieht.

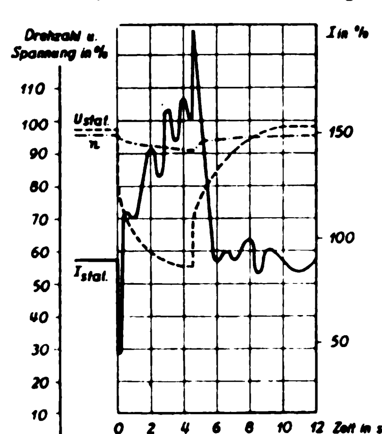


Abb. 11. Stromaufnahme und Drehzahlabfall eines Kolbenpumpenmotors bei Spannungssenkung auf 55 %, Dauer 4,6 s.

Wie aus Abb. 11 ersichtlich ist, steigt die Stromaufnahme des Motors bei Senkung der Spannung auf 55 % nur kurzzeitig auf den zweifachen Nennstrom an, wenn die Dauer der Spannungsenkung 4,6 s beträgt. Die Drehzahl des Motors fiel hier auf 91 % der Nenndrehzahl ab. Die Schwingungen in der Stromkurve rühren von den Kolbenstößen der Pumpe her.

Sinkt die Spannung jedoch unter 45 ··· 50 % der Normalspannung, so treten gewisse Schwierigkeiten für die Inbetriebhaltung auf.

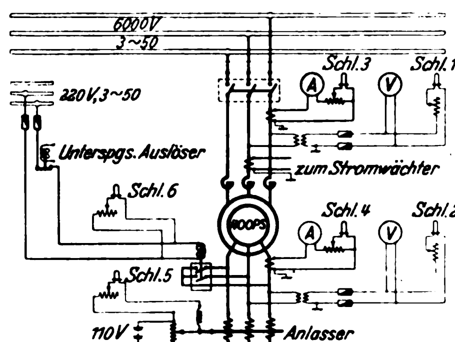


Abb. 12. Schaltbild für Wiederanfahr-Einrichtung eines Kolbenpumpenmotors; Meßschaltbild für Versuche mit Spannungsenkungen.

In Abb. 1 wurde gezeigt, daß bei Abschaltung des Motors vom Netz der Stillstand schon nach rd. 3 s erreicht ist. Bei Wiederkehr der Spannung nach dieser Zeit von 3 s müßte der Motor daher aus dem Stillstand gegen das volle Anfahrdrehmoment mit kurzgeschlossenem Rotor anlaufen. Das ist ohne Gefährdung der Wicklung nicht möglich.

Es wurde daher eine Steuerschaltung entwickelt (Abb. 12), mit deren Hilfe der Wiederanlauf des Motors auch bei starken Spannungszusammenbrüchen ohne unzulässig große Stromaufnahme möglich ist. Die Automatik arbeitet folgendermaßen: Nach Beendigung des normalen Anlaßvorganges wird der Rotor nicht wie sonst üblich

durch eine Kurzschlußbuchse an den Schleifringen, sondern durch ein Schütz kurzgeschlossen und der Anlasser selbsttätig auf eine bestimmte Zwischenstellung zurückgefahren. Bei Auftreten einer Spannungsenkung auf 0 bis 50 % der Nennspannung wird das Kurzschlußschütz im Rotorkreis durch einen Unterspannungsauslöser geöffnet, und so der Wiederanlaufstrom des Motors durch den auf der Zwischenstellung befindlichen Anlasserwiderstand auf ein erträgliches Maß begrenzt. Rd. 20 s nach der Spannungsenkung wird der Anlasser über ein Zeitrelais selbsttätig wieder in seine Endstellung gebracht, das Kurzschlußschütz eingeschaltet und der Anlasser in die Zwischenstellung zurückgedreht. Die günstigste Einstellung des Anlasser-Restwiderstandes wurde bei den Inbetriebsetzungsversuchen festgelegt. Zu beachten ist hierbei noch, daß die Schleifringbürsten bei Verwendung der beschriebenen Wiederanfahr-Einrichtung für Dauerbelastung auszulegen sind.

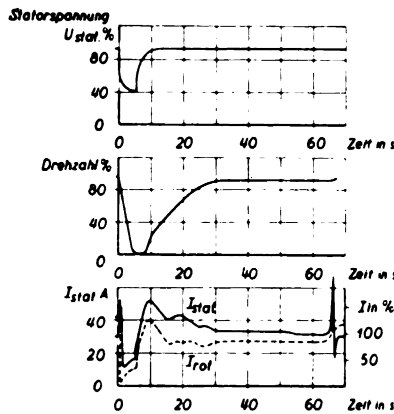


Abb. 13. Stromaufnahme und Drehzahlabfall eines Kolbenpumpenmotors bei Spannungssenkung auf 40 %, Dauer 5,6 s, 2,2facher Nennstrom.

Die Abb. 12 läßt außerdem erkennen, welche Meßgrößen bei den Versuchen oszillographiert wurden. Die jeweilige Anlasserstellung während des Wiederanlaufvorganges wurde als Spannungsabgriff an einem Potentiometer im Oszillogramm dargestellt.

Bei einer Spannungsenkung auf 40 % von 5,6 s Dauer, die im BEWAG-Netz praktisch kaum auftreten kann (vgl. Abb. 13), blieb der Motor rd. 3 s lang stehen und lief dann mit einem Strom, der nur kurzzeitig auf den 1,5fachen Nennwert anstieg, selbsttätig wieder an. Der zweite Stromstoß, der nach 67 s auftrat, ist auf das Kurzschließen des Rotors durch das Hilfschütz zurückzuführen.

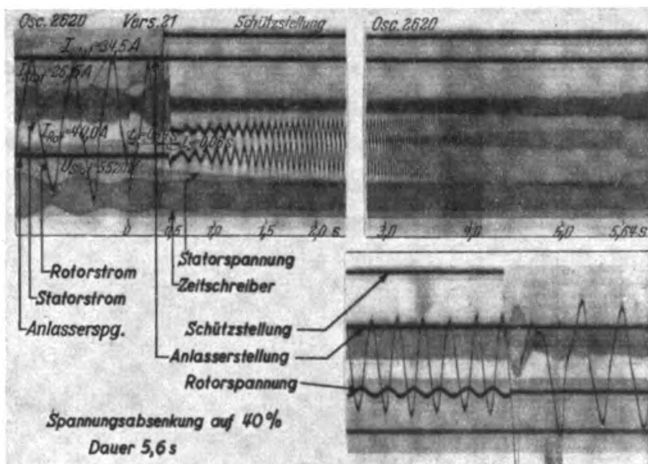


Abb. 14. Oszillogramm zum Versuch nach Abb. 13.

Das Oszillogramm des vorher beschriebenen Versuches ist in Abb. 14 dargestellt. Die Frequenzzunahme von Rotorstrom und -spannung deutet auf das Sinken der Drehzahl bis zum völligen Stillstand hin.

Man kann auch die Spannung einige Sekunden lang vollkommen auf 0 senken, ohne daß die Bedingungen für den Wiederanlauf ungünstiger werden.

Wie Abb. 15 zeigt, ist die Stromaufnahme bei Wiederkehr der Spannung nach 3,6 s ebenso wie bei dem vorherbeschriebenen Versuch sehr gering (etwa 185 %).

Auch für diese Motorenart hat es sich im vorliegenden Falle als zweckmäßig erwiesen, einen Spannungsrückgangschutz mit spannungsabhängiger Zeitverzögerung vorzusehen. Diese Maßnahme wurde teils aus wassertechnischen Gründen, teils deshalb getroffen, um bei einem nicht einwandfreien Arbeiten der Wiederanfahr-Einrichtung oder des Überstromschutzes noch eine genügende Betriebsicherheit zu haben (Abb. 16).

Die Grundzeit konnte hier ohne weiteres zu 3 s angesetzt werden, da ja durch die Wiederanlauf-Einrichtung der Wiederanlauf aus dem Stillstand ermöglicht wird.

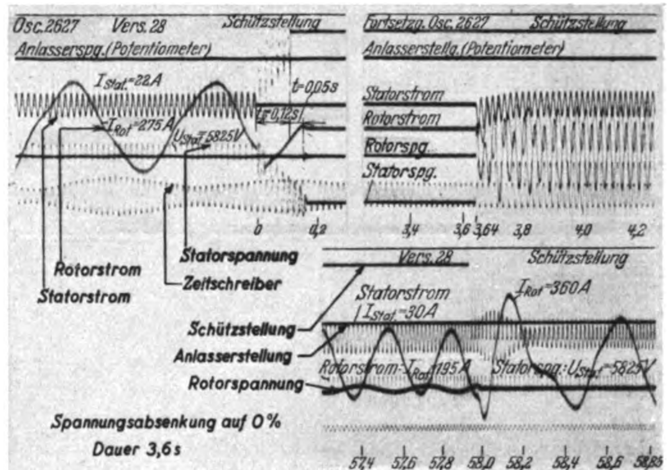


Abb. 15. Spannungsenkung auf Null, Dauer 3,6 s.

Bei Spannungsenkungen auf 55 ··· 100 % der Nennspannung braucht die Inbetriebhaltungs-Einrichtung nicht zu arbeiten. Der Motor erholt sich von selbst. Bei Spannungsenkungen auf 0 ··· 55 % oberhalb der Auslösekennlinie wird der Wiederanlauf durch die Automatik ermöglicht, ohne daß unzulässig hohe Stromstöße auftreten. Bei Spannungsenkungen auf 0 ··· 55 % unterhalb der Auslösekennlinie wird der Motor aus den vorher erwähnten Gründen durch den Unterspannungschutz abgeschaltet.

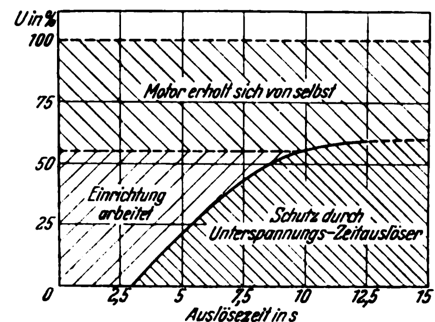


Abb. 16. Auslösekennlinie eines abhängigen Unterspannungs-Zeitauslösers für Kolbenpumpenmotoren.

Es ist noch zu erwähnen, daß der Motor selbstverständlich außerdem noch durch abhängige Überstrom-Zeitrelais gegen Kurzschluß bzw. Überlastung geschützt werden muß.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Versuche mit Spannungsenkungen den Beweis erbracht haben, daß die Inbetriebhaltung von Asynchronmotoren bei Spannungschwankungen des Netzes keine besonderen Schwierigkeiten bereitet. Bei Verwendung eines abhängigen Überstrom- und Unterspannungschutzes mit geeigneter Auslösekennlinie ist die Inbetriebhaltung der Motoren bei normalen Netzschwankungen in den meisten Fällen schon hinreichend gewährleistet.

(Die Besprechung des Vortrages wird wegen Raummangels nicht veröffentlicht.)

Die deutschen Anlagen für den drahtlosen Überseeverkehr.

Von Postrat Dipl.-Ing. W. Hahn, Berlin.

Übersicht. Es werden die Verkehrslinien aufgeführt und nach einem Rückblick auf die Entwicklung die deutschen Anlagen für den drahtlosen Überseeverkehr beschrieben.

I. Entwicklung.

Am 1. I. 1932 sind die Anlagen der „Transradio AG. für drahtlosen Übersee-Verkehr" von der Deutschen Reichspost übernommen worden. Damit ist auf die Deutsche Reichspost ein wichtiger Betriebszweig des internationalen Nachrichtenverkehrs übergegangen.

Zu den übernommenen Anlagen gehören die Großfunkstelle Nauen, die Funkempfangstellen Geltow und Beelitz sowie die Betriebszentralen Berlin und Hamburg. Die letztgenannte Betriebszentrale ist der Oberpostdirektion Hamburg, die übrigen Anlagen sind der Oberpostdirektion Berlin zugeteilt worden. Die Funkempfangsstelle Geltow wurde Ende v. J. stillgelegt. Ein Teil der hier benutzten Geräte ist nach der Funkempfangstelle Beelitz übergeführt worden, wo jetzt der gesamte Übersee-Funkempfang getätigt wird.

Der deutsche Überseefunkverkehr umfaßt außer den Nachrichtendiensten z. Z. 16 Verkehrslinien. Zu der 1919 wieder aufgenommenen Verbindung mit den V. S. Amerika kamen noch folgende hinzu:

1923 mit Ägypten,
1924 „ Argentinien und Nordchina (Mukden),
1925 „ Niederländisch Indien,
1926 „ Brasilien und Japan,
1927 „ den Philippinen,
1929 „ Chile, Mexico und Siam,
1930 „ Kuba, Persien und Südchina (Shanghai),
1931 „ Syrien und Venezuela.

Abb. 1. Richtungen nach den Gegenstationen und Entfernungen von der Großfunkstelle Nauen aus.

Auf einigen Linien ist neben der Telegraphie auch ein Funkfernsprechverkehr eingerichtet worden, u. zw. mit Argentinien ab 1928, mit Niederländisch Indien ab 1929, mit Brasilien, Chile und Uruguay ab 1930, mit Siam und Venezuela ab 1931 sowie mit Ägypten ab 1932. Daneben besteht noch ein funktelegraphischer Austausch von Bildern (Bildtelegraphie) mit Südamerika seit 1930 und mit Nordamerika seit 1932. Abb. 1 zeigt die Richtungen nach den Gegenstationen und die Entfernungen von der Großfunkstelle Nauen.

Ehe auf die zur Abwicklung dieses Verkehrs dienenden Anlagen eingegangen wird, sei zunächst ein kurzer Überblick auf den Entwicklungsgang der deutschen Übersee-Funkanlagen gegeben. Im Jahre 1906 errichtete die „Telefunken-Gesellschaft für drahtlose Telegraphie" in der Nähe der Stadt Nauen eine Versuchsanlage zur Durchbildung und Erprobung von Sendern für große Reichweiten. Der erste hier aufgestellte Sender arbeitete nach dem Knallfunkensystem und hatte eine Leistung von etwa 10 kW. Zum Antrieb des Wechselstromerzeugers diente eine 35 PS-Lokomobile. Diese Senderanlage war in einem noch heute vorhandenen Fachwerkhaus untergebracht. Das war der Anfang der Großfunkstelle Nauen.

Die Knallfunken wurden bald ersetzt durch tönende Löschfunken; die Senderleistung stieg auf etwa 100 kW. Der Bau eines größeren Betriebsgebäudes wurde erforderlich.

Abb. 2. Richtantenne mit 16 Dipolen und Reflektor.

In das Jahr 1913 fallen die ersten Versuche mit Hochfrequenzmaschinen in Verbindung mit ruhenden Frequenzwandlern. Es konnten bereits in diesem Jahre mit einem derartigen Maschinensender von Nauen aus Sprachübertragungen nach Wien und Telegrammübermittlungen nach Sayville bei New York durchgeführt werden.

Die Aufstellung größerer Maschinensender in Nauen machte abermals eine Erweiterung der Baulichkeiten nötig; 1917/19 wurde das große Betriebsgebäude errichtet, in dem 4 Maschinensender (2 Stück von je 400 kW, 2 Stück von je 150 kW Maschinenleistung) aufgestellt wurden.

Die Großfunkstelle Nauen ging im Jahre 1918 in den Besitz der neugegründeten Gesellschaft „Drahtloser Übersee-Verkehr AG." über, die 1923 den Namen „Transradio AG. für drahtlosen Übersee-Verkehr" annahm. Zunächst hatte noch das Reich den Betrieb in Pacht, u. zw. bis zum Jahr 1921, in dem der Gesellschaft eine Konzession erteilt wurde.

Der schon 1913 begonnene drahtlose Telegrammverkehr mit den V. S. Amerika war durch den Weltkrieg unterbrochen worden; er konnte erst 1919 wieder aufgenommen werden.

Die Wiederaufnahme des Verkehrs mit Amerika hatte eine starke Belebung des Betriebes zur Folge. Die Empfangsanlagen befanden sich bisher auch auf der Großfunkstelle Nauen. Die Betriebsabwicklung erfolgte im Wechselverkehr, es konnte hierbei nur abwechselnd empfangen und gesendet werden. Der zunehmende Betriebsumfang erforderte eine vom Sendebetrieb unabhängige Empfangsmöglichkeit. Zur Durchführung eines Duplexbetriebes mußte daher eine von der Sendestelle unabhängige und getrennte Empfangsanlage geschaffen werden. Der erste für den Duplexbetrieb benutzte Empfänger wurde in einem Möbelwagen untergebracht und an einen für Versuchszwecke der Telefunken G. m. b. H. in Geltow bei Potsdam vorhandenen Rahmen von 25 m Seitenlänge angeschlossen. So entstand Ende 1919 die Funkempfangsstelle Geltow.

Die durch die rasche Zunahme des Verkehrs bedingte gründliche Verbesserung der Funkanlagen wurde in den

Jahren 1922/25 nach einem im Benehmen mit der Deutschen Reichspost aufgestellten Erweiterungsprogramm durchgeführt. In Nauen sind die Antennen- und Erdungsanlagen vollständig umgebaut und die Maschinensender durch neue Frequenzwandler, Abstimmkreise und Drehzahl-Regeleinrichtungen verbessert worden. Auch bei der Empfangsanlage Geltow wurden umfangreiche Erweiterungen, wie Einbau neuer Empfänger in Verbindung mit großen Rahmenantennen für den Betrieb als Doppelgoniometer, durchgeführt. Zur Verbesserung des Empfangs von Buenos Aires war außerdem eine besondere Doppelgoniometer-Empfangsanlage bei Westerland auf Sylt errichtet worden.

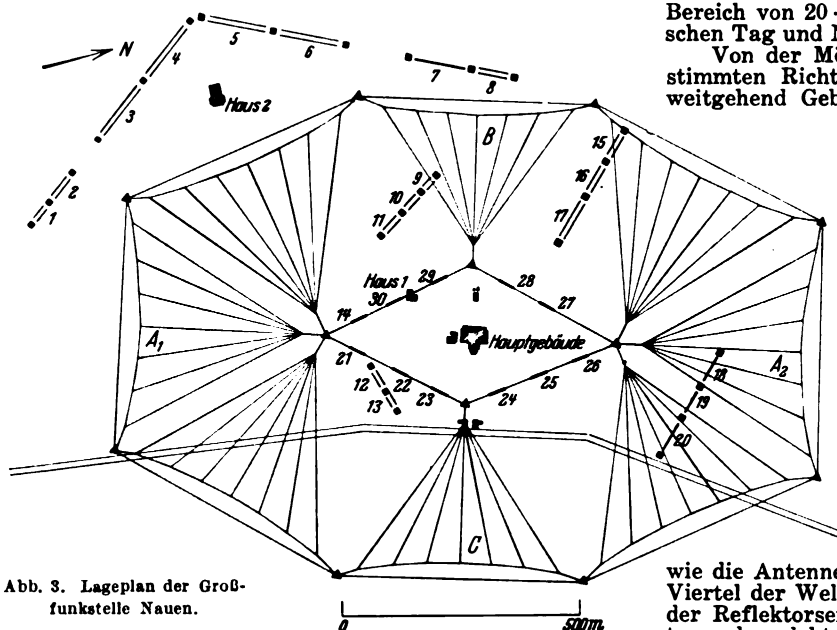


Abb. 3. Lageplan der Großfunkstelle Nauen.

Die Einführung des Duplexbetriebs machte eine besondere Betriebszentrale nötig. Diese war zuerst im Gebäude des Postamts N 24 in Berlin untergebracht. Sie wurde 1931 in das Haupttelegraphenamt verlegt. In der Betriebszentrale werden die Sender in Nauen getastet und der Endempfang der auf der Funkempfangstelle aufgenommenen Zeichen durchgeführt. Eine weitere Betriebszentrale wurde im Telegraphenamt Hamburg geschaffen.

Neben der Großfunkstelle Nauen hatte die Transradio-Gesellschaft während mehrerer Jahre noch die der Eilvese G. m. b. H. gehörige Großfunkstelle Eilvese mit zugehöriger Empfangstelle Hagen betrieben. Diese Großfunkstelle war mit 4 Hochfrequenzmaschinen ausgestattet, die nach dem von R. Goldschmidt angegebenen Verfahren der Frequenzsteigerung innerhalb der Maschine durch Reflexion arbeiteten.

Etwa bis zum Jahre 1923 arbeiteten die Anlagen für den Übersee-Funkverkehr ausschließlich mit langen Wellen, u. zw. im Frequenzbereich von etwa 30 ··· 15 kHz (10 000 bis 20 000 m Wellenlänge). Bei Versuchen amerikanischer Amateure vor etwa 10 Jahren wurde beobachtet, daß sich auch Wellen mit weit höherer Frequenz bei verhältnismäßig geringem Energieaufwand zur Überbrückung großer Entfernung gut eignen. Dies führte dazu, auch die kurzen Wellen für den Überseebetrieb einzusetzen und entsprechende Anlagen für diese Wellen zu schaffen. Schon 1924 wurde hiermit begonnen. Die rasche Entwicklung und Ausdehnung des Kurzwellenverkehrs bedingte eine weitgehende Ausgestaltung der Anlagen für kurze Wellen. In den Jahren 1927 ··· 1932 wurde dieser Ausbau auf Grund eines von der Transradio AG. im Benehmen mit der Deutschen Reichspost und der 1927 gegründeten Allgemeinen Telegraphen-Gesellschaft m. b. H. aufgestellten Programms durchgeführt.

Infolge des Übergangs eines Teils des bisher ausschließlich über Langwellen abgewickelten Überseeverkehrs auf die Kurzwellen wurden bereits vor einigen Jahren die Großfunkstelle Eilvese und die Empfangsstellen Hagen und Westerland stillgelegt. Die Anlagen sind inzwischen abgebaut worden. Auch auf der Großfunkstelle Nauen sind z. Z. nur noch die beiden großen Maschinensender im Betrieb. Trotz dieser Umstellung haben die Langwellen noch eine große Bedeutung. Ein erheblicher Teil des gesamten deutschen Übersee-Funkverkehrs wird immer noch über die Langwellenanlagen abgewickelt.

Die im Übersee-Funkverkehr hauptsächlich benutzten kurzen Wellen liegen im Frequenzbereich von 5000 bis 20 000 kHz, was einer Wellenlänge von 60 ··· 15 m entspricht. Durch Änderung der Ionisation in den höheren Schichten der Atmosphäre werden die Ausbreitungsbedingungen der kurzen Wellen stark beeinflußt. Um einen 24stündigen Kurzwellenverkehr durchführen zu können, müssen für jede Linie mehrere Wellenlängen eingesetzt werden. Im allgemeinen sind die Wellenlängen zwischen 15 und 20 m während der Tageszeit, die Wellenlängen über 30 m während der Nachtzeit brauchbar. Wellenlängen im Bereich von 20 ··· 30 m werden für die Übergangszeit zwischen Tag und Nacht eingesetzt.

Von der Möglichkeit, die kurzen Wellen in einer bestimmten Richtung zur Ausstrahlung zu bringen, wird weitgehend Gebrauch gemacht. Die hierzu verwendeten Antennengebilde (Strahlwerfer) bestehen allgemein aus einer Reihe von Elementen (Dipole), die so angeordnet sind, daß die Energie gebündelt ausgestrahlt wird. Bei den deutschen Funkstellen werden vorwiegend Richtantennen mit waagerechten Dipolen nach der Bauart Telefunken benutzt. Abb. 2 zeigt schematisch eine derartige aus 16 Dipolen bestehende Richtantenne mit je 4 Dipolen über- und nebeneinander. Jeder Dipol hat eine Länge, die der halben Wellenlänge entspricht. Auch der Abstand der übereinanderliegenden Dipolreihen ist gleich der halben Wellenlänge. Durch Vergrößerung der Zahl der Dipole läßt sich der Grad der Bündelung erhöhen. Die Richtung der Ausstrahlung liegt senkrecht zur Antennenebene. Durch Anbringung eines Reflektors, der ebenso gebaut ist wie die Antenne und von dieser einen Abstand von einem Viertel der Wellenlänge hat, kann die Ausstrahlung nach der Reflektorseite zu unterbunden werden. Die Ausbreitung der elektrischen Wellen in gebündelter Form mit Hilfe dieser Richtantennen ist durch Messungen am Boden und mittels Flugzeugs nachgeprüft worden. Es hat sich hierbei eine sehr gute Übereinstimmung mit dem theoretisch ermittelten Ausbreitungsdiagramm ergeben.

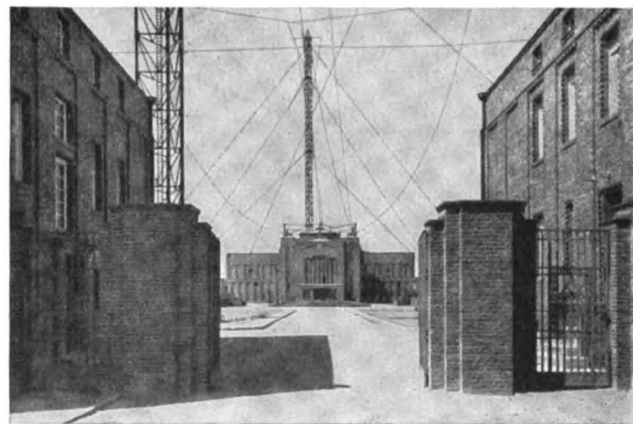


Abb. 4. Hauptgebäude der Großfunkstelle Nauen, im Vordergrund die beiden Torhäuser.

Auch auf der Empfangseite werden derartige Richtantennen benutzt. Durch Anwendung eines Reflektors können hier die rückwärtigen, d. h. von der Reflektorseite kommenden Zeichen weitgehend unterdrückt werden.

Durch Vertauschen der Anschlüsse von Antenne und Reflektor läßt sich die Sende- bzw. Empfangsrichtung um 180 ° ändern. Hiervon wird Gebrauch gemacht bei den Stationen, deren Richtungen etwa diesen Winkel zueinander bilden, z. B. Buenos Aires und Rio de Janeiro einerseits, Shanghai, Mukden und Nagoya (Japan) anderseits, vgl. Abb. 1.

II. Großfunkstelle Nauen.

Die Großfunkstelle Nauen umfaßt ein Gelände von rd. 2 km² Fläche. Abb. 3 gibt einen Überblick über Gebäude und Antennenanlage. Die Langwellenan-

tennen A_1 und A_2 sind parallel geschaltet und mit dem Maschinensender S_1 (18 130 m Wellenlänge), die ebenfalls parallel geschalteten Antennen B und C mit dem Maschinensender S_2 (13 000 m Wellenlänge) verbunden. Diese Langwellenantennen sind an 12 eisernen Masten aufgehängt, von denen die beiden größten 260 m hoch sind. Als elektrisches Gegengewicht für diese Antennen dienen im Boden verlegte Drähte.

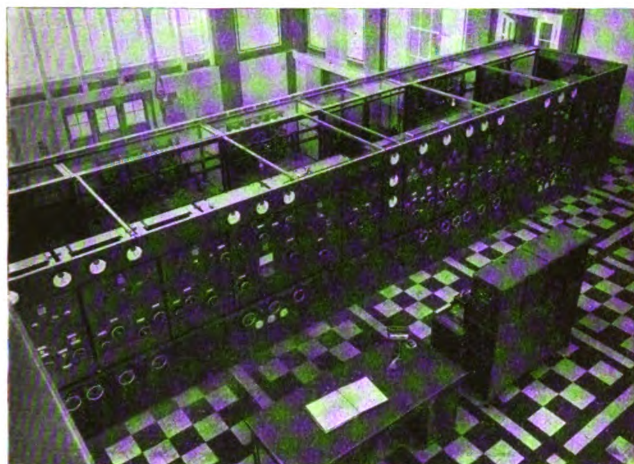


Abb. 5. Kurzwellensender K_{11} und K_{12}.

Die Kurzwellenantennen sind nach den Richtungen zu den Gegenempfangstellen aufgestellt, u. zw. derart, daß die Antennenebene senkrecht zu dieser Richtung steht. Bei den in der Richtung nahe zusammenliegenden Gegenanlagen sind die Strahlwerfer auf die Mitte dieser Richtungen eingestellt. Im ganzen sind 30 Kurzwellenantennen (*1 ··· 30* in Abb. 3) vorhanden, von denen die Hälfte mit umschaltbaren Reflektoren versehen ist. In Abb. 3 sind die Antennen mit Reflektoren durch parallele Linien gekennzeichnet. Die Antennen Nr. *5 ··· 8* sind für den Verkehr mit den V. S. Amerika, die Nr. *1 ··· 4* für Brasilien und Argentinien, die Nr. *15 ··· 20* für Japan und China und die übrigen für die anderen Verkehrslinien vorgesehen. Die Zahl der Einzelelemente (waagerechte Di-

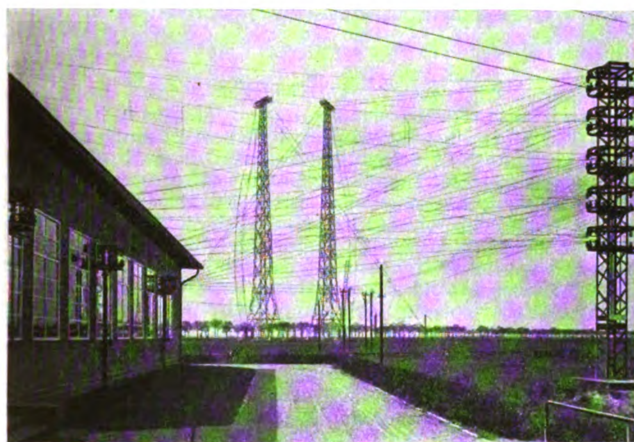


Abb. 6. Kurzwellensender-Haus *2* mit Antennenumschalter.

pole) und damit die Größe der Antennen und der Grad ihrer Strahlungsbündelung ist verschieden. Die Dipolzahl liegt zwischen 4 und 96. Die Antennen, mit Ausnahme der zwischen den großen Masten aufgehängten Einwandantennen, sind an eisernen Türmen aufgebracht, deren Höhe je nach der Wellenlänge und der Zahl der übereinander liegenden Dipolreihen zwischen 35 und 75 m liegt. Zur Verbindung mit den Sendern sind für die drei größten Antennen konzentrische Rohrleitungen, für alle andern Antennen Freileitungen vorgesehen. Der Anschluß zwischen Zuleitung und Antenne erfolgt über einen Hochfrequenztransformator, der bei den mit Reflektor ausgestatteten Antennen noch einen Umschalter zum Vertauschen von Antenne und Reflektor enthält. Die Antennen sind gruppenweise über einen Umschalter (vgl. Abb. 6, rechts im Bilde) zusammengefaßt, so daß je nach der in Frage kommenden Wellenlänge die entsprechende Antenne mit dem Sender dieser Antennengruppe verbunden werden kann.

Zur Unterbringung der Sender sind 3 Gebäude vorhanden. Das Hauptgebäude (Abb. 4) enthält die Maschinensender und 6 Kurzwellensender. Außerdem befinden sich hier die Transformatoren und Schaltanlagen für die Stromversorgung. Der von den Märkischen Elektrizitätswerken gelieferte Drehstrom von 15 000 V wird umgespannt auf 1000 V für die Motoren der Hochfrequenz-Maschinensender und auf 220 V für die Motoren der Kurzwellensender. Ferner ist hier noch eine Phasenschieberanlage mit Kondensatoren von rd. 550 kVA eingebaut worden.

In Nauen sind insgesamt 12 Kurzwellensender vorhanden. Diese Sender arbeiten wegen der geforderten genauen Einhaltung der Frequenz mit Kristallsteuerung und haben 7 ··· 10 Stufen. Der Wellenbereich der Sender ist 15 ··· 60 m. Sie sind für Telegraphie und Telephonie eingerichtet. Die an den Antennenkreis abgegebene Hochfrequenzleistung beträgt etwa 20 ··· 25 kW. Zur Heizung der Röhren der Vorstufen dienen Gleichstrommaschinen. Die wassergekühlten Röhren der Endstufen werden bei einigen Sendern mit Gleichstrom, bei den anderen mit Wechselstrom geheizt. Die Anodengleichspannung der Endstufen beträgt etwa 10 000 V. Sie wird bei 6 Sendern von Gleichstrom-Hochspannungsmaschinen geliefert, bei den andern 6 Sendern wird die Anodenspannung durch Gleichrichtung von Wechselstrom mittels Hochvakuum-Gleichrichtern (Kenotrons) erzeugt. Für je 2 Sender sind immer 3 Maschinensätze vorhanden, so daß bei Maschinenstörungen sofort ein Ersatz vorhanden ist. 2 Kurzwellen-

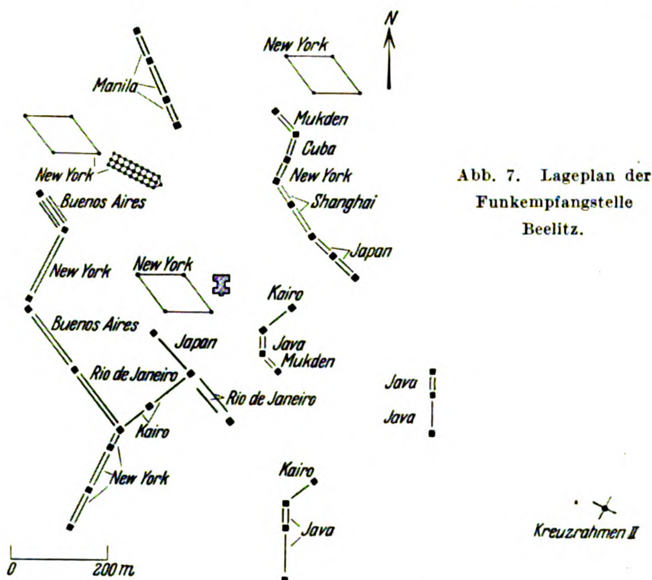


Abb. 7. Lageplan der Funkempfangstelle Beelitz.

sender sind von C. Lorenz AG., die übrigen von Telefunken gebaut. Die hauptsächlich für den Verkehr nach Ostasien vorgesehenen Sender K_{11} und K_{12} zeigt Abb. 5.

Die Kurzwellensender-Häuser *1* und *2* (Abb. 3 u. 6) enthalten 2 bzw. 4 Sender. Die letztgenannten Sender dienen hauptsächlich für den Verkehr mit New York, Buenos Aires und Rio de Janeiro.

Um bei Störungen in der Stromlieferung des Überlandwerkes den Betrieb aufrechterhalten zu können, ist vor kurzem eine Reservekraftanlage geschaffen worden. Diese besteht aus einem Achtzylinder-Dieselmotor von 1000 PS bei 375 U/min, der direkt gekuppelt ist mit einem Drehstromgenerator für 220 V und 850 kVA. Diese Maschinenanlage ist in einem besonderen Gebäude untergebracht.

Zur Überwachung der ausgehenden Zeichen ist jeder Sender mit einem Kontrollgerät (in Abb. 5 vorn rechts) ausgerüstet. Die Beobachtungen können entweder unmittelbar an den Sendern oder bei einer im Hauptgebäude befindlichen Prüfstelle vorgenommen werden. Hier befindet sich auch eine Meßeinrichtung zur Kontrolle der Wellenlänge der Kurzwellensender.

Die Tastung der Sender erfolgt in der Betriebszentrale im Haupttelegraphenamt in Berlin. Von hier aus

führt ein 50paariges Sonderkabel zur Großfunkstelle, das 8 Doppeladern für 36 000 Hz, 16 Doppeladern für 16 000 Hz, 10 Doppeladern für 3500 Hz und 16 Doppeladern für 2700 Hz Grenzfrequenz führt. Die Adern mit den hohen Grenzfrequenzen sind für Bildtelegraphie vorgesehen. Das Kabel ist über das Fernamt Berlin geleitet. Hier sind die für das Funkfernsprechen benötigten Adern abgezweigt.

III. Funkempfangstelle Beelitz.

Die Funkempfangstelle Beelitz wurde erst kürzlich fertiggestellt. Sie war zunächst nur für den Kurzwellenempfang gedacht. Ende vorigen Jahres sind dann auch die Empfangseinrichtungen für den Langwellenverkehr aus Geltow übergeführt worden, so daß jetzt der gesamte Empfang aus Übersee auf der Funkempfangsstelle Beelitz wahrgenommen wird. Der Geländeplan ist in Abb. 7 wiedergegeben. Etwa in der Mitte des Geländes liegt das Empfängerhaus, das außer den Empfängern auch die Maschinen und Batterieanlagen enthält.



Abb. 8. Umschalteinrichtung für die Antennen.

Für den Langwellenempfang sind 2 an 60 m hohen Eisenmasten aufgebrachte Kreuzrahmen vorhanden, die durch Erdkabel mit den Empfängern verbunden sind. Vorhanden sind 5 Langwellenempfänger, die teils unter Anschaltung beider Rahmen als Doppelgoniometer, teils nur mit einem Rahmen als Einfachgoniometer betrieben werden. Die beiden Kreuzrahmen stehen in Richtung auf die Sendestelle Rocky Point bei New York.

Die für den Kurzwellenempfang vorhandenen Antennen sind ähnlich denen auf der Sendestelle. Sie sind ebenfalls Richtantennen mit waagerechten Dipolen, deren Anzahl zwischen 4 und 96 liegt. Auch hier sind für die verschiedenen Richtungen und Wellenlängen besondere Antennen vorgesehen.

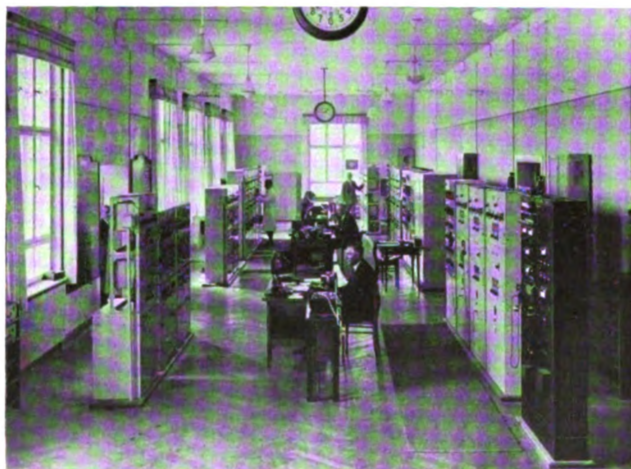


Abb. 9. Großer Empfängerraum.

Zur Verminderung der Störungen durch die Schwunderscheinungen (Fading) ist für einige Linien ein Mehrfachempfang eingerichtet, d. h. es werden mehrere Antennen und Empfänger gleichzeitig für denselben Sender eingesetzt. Da die Schwunderscheinungen nur selten bei allen Antennen dieser Mehrfach-Empfangsgruppe gleichzeitig auftreten, gibt diese Anordnung eine wesentliche Verbesserung des Empfangs.

Die Richtantennen mit Ausnahme der drei großen, die konzentrische Rohrleitungen haben, sind über besondere Hochfrequenzkabel mit dem Empfängerhaus verbunden.

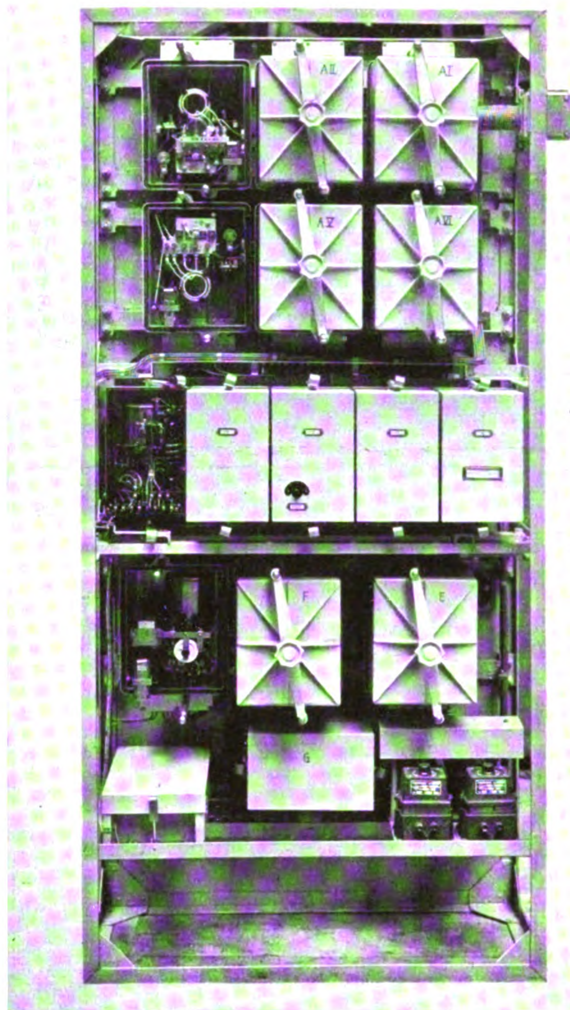


Abb. 10. Großer Kurzwellenempfänger; Rückseite.

Für Versuchszwecke sind 4 Antennen nach amerikanischer Bauart errichtet worden, von denen 3 als Rhombus-Antennen und 1 nach der Bauart Beverage ausgeführt sind. Diese 4 Antennen sind durch Freileitungen mit dem Haus verbunden. Außerdem sind noch für Meß- und Kontrollbeobachtungen einige kleine Antennen vorhanden.

Die von den einzelnen Kurzwellenantennen kommenden Leitungen sind im Empfängerhaus zu einer großen Umschalteinrichtung (Abb. 8) geführt, mit der es möglich ist, sämtliche Kurzwellenantennen wahlweise auf beliebige Empfänger zu schalten. Auch ist es hiermit möglich, an eine Antenne bis zu 3 Empfänger anzulegen. Hiervon wird Gebrauch gemacht beim Empfang mehrerer Stationen, die in Richtung und Wellenlänge nahe beieinander liegen. Neben der Umschalteinrichtung befindet sich das Schaltpult (in Abb. 8 links), von dem aus ein Teil der mit Reflektoren ausgerüsteten Antennen durch Fernsteuerung umgeschaltet werden kann, d. h. es kann hiermit zwecks Änderung der Empfangsrichtung Antenne und Reflektor vertauscht werden.

In dem großen Empfängerraum (Abb. 9) sind 23 Kurzwellenempfänger, 3 Zusatzgeräte für Funkfernsprechen, 1 Langwellenempfänger sowie die Tastgeräte und der Klinkenumschalter für das nach Berlin gehende Kabel untergebracht. Ein Anbau an diesen Raum enthält die Antennen-Umschalteinrichtung. Der kleine Empfängerraum enthält 4 Langwellenempfänger und 12 kleinere Kurzwellenempfänger, die von der Funkempfangstelle Geltow übernommen wurden.

Die großen Kurzwellenempfänger (Abb. 10) haben 4 Hochfrequenzstufen, Hochfrequenz-Gleichrichter mit

Überlagerer, 4 Zwischenfrequenzstufen, Zwischenfrequenz-Gleichrichter, Tast-, Mithörgerät, Tongenerator und Verstärkungsregelung. Die einzelnen Stufen sind durch Einbau in Metallkästen gegen äußere Störungen abgeschirmt. Jeder Empfänger enthält 20 Röhren. Er ist etwa 2000 mm hoch, 1000 mm breit und 400 mm tief; sein Gewicht beträgt etwa 375 kg.

Die Heiz- und Anodenspannungen für die älteren Empfänger werden aus Batterien entnommen, während die neuen Kurzwellenempfänger und die Telephoniezusatzgeräte aus Maschinen gespeist werden.

Für die Durchführung des Übersee-Funkverkehrs ist es erforderlich, laufende Beobachtungen über die Ausbreitungsverhältnisse und die Zeitdauer der Brauchbarkeit der kurzen Wellen anzustellen. Dazu kommen noch besondere Untersuchungen über die Höhe des Störspiegels, das Auftreten von Doppelzeichen und die Messung der Wellenlänge der eigenen und fremden Sender. Die hierzu notwendigen Geräte, wie Wellenmeßeinrichtung, Oszillograph, Verstärker, Gleichrichter usw. sind in zwei besonderen Räumen untergebracht.

Die Energieversorgung der Funkempfangstelle erfolgt aus dem Überlandnetz der Märkischen Elektrizitätswerke durch Drehstrom von 15 000 V, der auf 220/380 V umgespannt wird. Die Ladung der großen Stationsbatterie von 220 V und der zahlreichen Empfängerbatterien erfolgt durch mehrere Motorgeneratoren und einen Gleichrichter. Die schon erwähnten Maschinensätze für die Speisung der neuen Kurzwellenempfänger werden von Gleichstrommotoren betrieben. Diese erhalten ihren Betriebstrom normalerweise von einem Umformer, dessen Generator als Kompoundmaschine ausgeführt ist. Damit beim Ausbleiben der Spannung des Überlandnetzes der Betrieb nicht unterbrochen wird, werden diese Motoren auf die Stationsbatterie selbsttätig umgeschaltet, was so rasch erfolgt, daß keine Störung des Betriebes eintritt.

Als Ersatzstromquelle ist noch ein Dieselsatz mit einer Motorleistung von 40 PS vorhanden, der bei länger dauernden Stromunterbrechungen eingesetzt wird.

Die in Beelitz aufgenommenen Zeichen werden über ein 55paariges Sonderkabel zur Betriebszentrale im Haupttelegraphenamt geleitet, wo der Endempfang, d. h. die Niederschrift auf Telegrammformulare getätigt wird. Dieses Kabel enthält 7 Doppeladern für 36 000 Hz, 10 Doppeladern für 16 000 Hz, 10 Doppeladern für 3500 Hz und 28 Doppeladern für 2700 Hz Grenzfrequenz. Auch hier sind die Adern mit der hohen Grenzfrequenz für Bildübertragung vorgesehen. Das Kabel führt ebenfalls über das Fernamt, wo die für das Funkfernsprechen mit Übersee notwendigen Adern abgezweigt sind.

IV. Betriebseinrichtungen in Berlin.

Die Betriebszentrale im Haupttelegraphenamt enthält die Einrichtungen für die Tastung der Sender der Großfunkstelle Nauen und für die Aufnahme der auf der Funkempfangstelle Beelitz empfangenen Telegramme. Für die Tastung werden Maschinengeber benutzt. Die Aufnahme der Telegramme geschieht mittels Rekorder, deren Zeichen auf die Formulare mit Schreibmaschine übertragen werden. Ein Hörempfang wird nur dann ausgeführt, wenn infolge schlechter Übertragungsbedingungen ein Schreibempfang nicht mehr möglich ist.

Neben der Betriebszentrale liegt die Bildstelle des Haupttelegraphenamts mit den für die Abgabe und Aufnahme von Bildern erforderlichen Geräten. Von hier aus werden auch die auf dem Funkweg zu übermittelnden Bilder übertragen.

Im Fernamt Berlin befinden sich die für die Funkgespräche mit Übersee benötigten Zusatzgeräte für den Anschluß an das Fernsprechnetz. Es sind hier 3 Überwachungschränke vorhanden, die mit den Echosperren, Gabeleinrichtungen und Rückkopplungssperren in Verbindung stehen. An diesen Schränken werden die Sprachpegel der ankommenden und abgehenden Gespräche überwacht und eingestellt. Die Abwicklung der Überseegespräche mit den Teilnehmern erfolgt von den Fernplätzen aus.

Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke, Berlin 1932.

Am 21. IX. 1932 fand in Berlin unter Teilnahme fast aller stromerzeugenden und -verteilenden Elektrizitätswerke Deutschlands und namhafter Werke des Auslandes die Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. statt. Der Vorsitzende, Direktor Jahncke, Berlin (Reichselektrowerke), ging in seiner Begrüßungsansprache u. a. auf die durch die Zeitverhältnisse und Notverordnungen geschaffene Lage der Elektrizitätsversorgungs-Industrie ein, die alles daran gesetzt hat, ihre Gestehungskosten ohne Beeinträchtigung der Sicherheit der Stromlieferung zu vermindern, und die Ersparnisse restlos den Stromverbrauchern zugewendet hat. Mit der Gasindustrie hat die Vereinigung der Elektrizitätswerke ein Abkommen zur Einschränkung des überspitzten Wettbewerbs, mit der Reichspostverwaltung eine Übereinkunft zur gemeinschaftlichen technischen Klärung der Fragen der Rundfunkstörung getroffen.

Hierauf erstattete der Geschäftsführer Direktor Passavant den Geschäftsbericht. Bei zunehmender Ausbreitung der Elektrizitätsanwendung in Stadt und Land ist erfreulicherweise ein Rückgang der elektrischen Unfälle festzustellen. Dies ist nicht zuletzt auf die Zusammenarbeit der Vereinigung der Elektrizitätswerke mit dem Verband Deutscher Elektrotechniker zurückzuführen. Das VDE-Prüfzeichen hat sich dabei als unentbehrlich erwiesen. Der Stromabsatz ist in Deutschland im Jahre 1931 um 11 % gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen; der starke Rückgang in der Industrie konnte zum Teil ausgeglichen werden durch die Stabilität des Stromabsatzes im Haushalt und in der Landwirtschaft. Was die wirtschaftliche Versorgung der Landwirtschaft mit elektrischer Energie betrifft, so müssen die neuesten Bestrebungen, Siedlungen ohne Anschluß an die elektrische Stromversorgung zu errichten, starke Bedenken erregen, zumal zur Zeit die Verwendung kleiner Einphasenmotoren, die an die Lichtleitung angeschlossen werden können, Interesse beansprucht[1]. Die sinkenden Erträgnisse in der Elektrizitätswirtschaft zeigen, daß auch dieser Wirtschaftszweig von den Sorgen der Zeit nicht verschont ist. Eine wichtige Aufgabe, den technischen und wirtschaftlichen Bestand der Elektrizitätsversorgung aufrecht zu erhalten, ist die Instandhaltung großer Kraftanlagen, die infolge des Rückganges der Wirtschaft heute nicht so ausgenutzt und in Anspruch genommen sind, wie es ihrer Leistungsfähigkeit entspricht. Die Einführung von Tarifen, die dem Interesse der Abnehmerschaft angepaßt sind, hat in den letzten Jahren größte Fortschritte gemacht. Die Elektrizitätswirtschaft läßt sich hierbei nach wie vor lediglich von sachlichen Überlegungen auf Grund technischer Erfahrungen und wirtschaftlicher Gesetze leiten, nicht aber von Projekten, wie sie in letzter Zeit in die Öffentlichkeit getragen wurden[2]. Nichts wäre für die ganze Wirtschaft gefährlicher, als derartige Pläne, die ohne Zusammenhang mit der bisherigen Praxis rein auf experimenteller und spekulativer Grundlage beruhen, zu überschätzen und die ruhige verantwortungsbewußte Arbeit dadurch zu gefährden.

Nach Erstattung des Geschäftsberichtes folgten die Vorträge von Professor Rachel, Berlin, und Dr. Rißmüller, Berlin, über „Grundlagen und Anwendungen der gittergesteuerten Stromrichter"[3]. Stromrichter mit Gittersteuerung sind ruhende Umformungseinrichtungen, die mit gas- oder dampfgefüllten Entladungsgefäßen arbeiten. Sie sind berufen, neue Wege und Entwicklungsmöglichkeiten der Energieversorgung zu erschließen. Ein ausführlicher Bericht über ihre Wirkungsweise und Anwendungsgebiete ist auch in der ETZ erschienen[4].

Die Vorträge des Nachmittags über Sonderfragen aus dem Gebiet der Elektrowärme wurden von Dr. Passavant mit dem Hinweis eingeleitet, daß die grundsätzlichen Vorteile der Elektrowärme nur dann voll ausgewertet werden können, wenn Verbraucher, Hersteller und stromliefernde Werke eng zusammenarbeiten. In dem ersten Bericht brachte Dr. Lauster

[1] Dencker u. Dienst, Der Anwurfmotor in der Siedlung, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 487 (1932)

[2] Vgl. ETZ 1932, S. 809.

[3] Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 487 (1932).

[4] ETZ 1932, H. 32.

(W. C. Heraeus G. m. b. H., Hanau) den Beweis, daß heute elektrische Widerstandsöfen auch für hohe Temperaturen ohne weiteres verwendbar sind. Oberingenieur C. Ritz (Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Elektroschweißung e.V.) sprach über die Notwendigkeit der Einführung der Elektroschweißung in Gewerbe und Kleinindustrie, nachdem sie in der Maschinen- und Apparateindustrie, im Hoch-, Brücken- und Schiffbau bereits recht gute Erfolge erzielt habe. Die Elektrizitätswerke könnten wertvolle Mithilfe dadurch leisten, daß das Werkspersonal im elektrischen Schweißen ausgebildet wird und zur Ausbildung der Interessenten herangezogen werden kann. Wünschenswert sei auch, daß die Elektrizitätswerke in ihren eigenen Anlagen möglichst geschweißte Konstruktionen bevorzugen und in ihren eigenen Werkstätten selbst in möglichst großem Umfange die Elektroschweißung anwenden.

Weiter führte Dipl.-Ing. Mörtzsch (VDEW) zu der Frage „Grundsätzliche Eigenheiten der Elektrowärmeanwendung im Gewerbe" aus, daß die Elektrowärme sich von der Flammenheizung in einigen Punkten grundsätzlich unterscheide. Der Wegfall der offenen Flamme sei z. B. von großer Wichtigkeit bei der Verarbeitung brennbaren Materials, wie z. B. Zelluloid. Ein besonders überzeugendes Beispiel, daß nicht die reinen Energiekosten allein, sondern vielmehr die Begleitumstände ausschlaggebend für die Bevorzugung der Elektrowärme sind, ist in der Anwendung elektrischer Vulkanisiergeräte zu sehen. Als Beispiel für die gegenseitige Befruchtung des Apparatebaues und der Elektrowärme führte Mörtzsch die Entwicklung der elektrischen Kaffeebereitungsanlagen für Großbetriebe an. Nach einer kritischen Beschreibung der verschiedenen Verfahren wurde ein einfaches Nomogramm zur Vorausbestimmung des Stromverbrauchs elektrischer Kaffeebereiter gezeigt.

Schließlich berichtete Ing. Linder (DEBAG, München) über die Fortschritte beim Bau elektrischer Wärmespeicher-Backöfen. Bei einer neuen Bauart wurde ein Stahlskelett als Tragkonstruktion verwendet und der Backherd durch einen wasserdicht verschlossenen Blechkasten von der Isolierung getrennt. Durch Wegfall des Innenmauerwerks werden die toten Massen und die wärmeabgebende Oberfläche verringert, die Montage wird erleichtert und ein absolut wasserdichter Abschluß der Backherde erreicht. Die Folge sei eine Verringerung des Stromverbrauchs um etwa 25 %. Das Stahlskelett und die Blechkästen werden bei der Montage an Ort und Stelle elektrisch geschweißt. Zur Zeit seien in Deutschland schon über 500 Elektrowärme-Speicherbacköfen in dauernder Benutzung.

Anläßlich der Jahresversammlung wurde der langjährige Förderer der österreichischen Energiewirtschaft, Generaldirektor Karel, Wien, bisheriges Vorstandsmitglied der Vereinigung, zum Ehrenmitglied ernannt. An die Stelle des ausscheidenden Vorstandsmitgliedes Direktor Plebst, Städt. Elektrizitätswerk Stuttgart, wurde Direktor Warrelmann vom Märkischen Elektricitätswerk, Berlin, in den Vorstand gewählt. Ferner trat Direktor Ziegler, Kraftwerk Altwürttemberg AG., Ludwigsburg, neu in den Vorstand ein. *Kdm.*

Die Elektrizitätswirtschaft Rumäniens 1931*.

Von Dipl.-Ing. **H. Thieß**, Hermannstadt.

Übersicht. Es wird auf Grund der für das Jahr 1931 erschienenen Statistik der Elektrizitätswerke ein Bild über den gegenwärtigen Stand der Elektrizitätsversorgung Rumäniens entworfen. Die Ergebnisse der Erhebungen werden mit denen der Vorjahre verglichen. Bei den öffentlichen Elektrizitätswerken ist eine leichte erhöhte Stromabgabe zu verzeichnen, während die elektrischen Eigenanlagen einen teilweise erheblichen Stromausfall zeigen. Es wird die Tariffrage gestreift und auf die der Statistik beigeheftete neue Karte des Hochspannungsnetzes hingewiesen.

Im September 1931 tagte in Bukarest der I. Kongreß der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie Rumäniens. Bei dieser Gelegenheit wurde der Verband der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie in Rumänien mit dem Sitz in Bukarest gegründet[1]. Als Präsident des Verbandes ging aus der Wahl einstimmig der Anreger des Kongresses Prof. Stefanescu-Radu, Direktor des Elektrizitätswerkes Bukarest hervor.

Nach den Verbandssatzungen wird das Land in vier Sektionen eingeteilt, u. zw. Sektion I (Süd) mit dem Sitz in Câmpina, Sektion II (Nord) mit dem Sitz in Hermannstadt-Sibiu, Sektion III (West) mit dem Sitz in Temesvar-Timişoara und Sektion IV (Ost) mit dem Sitz in Jaşi. Diesen vier Sektionen obliegt vornehmlich die Aufgabe, gemeinsam mit der Zentralstelle in Bukarest den gegenseitigen Austausch von Erfahrungen technischer und wirtschaftlicher Natur zu fördern. Durch die Gründung des Verbandes ist auch die Gewähr gegeben, daß die Elektrizitätswerke ihre Interessen mit größerem Nachdruck vertreten können. Dieses gilt ganz besonders in gesetzgeberischer Hinsicht, ferner bei der Behandlung von Vorschriftenentwürfen usw. Durch die beabsichtigte Herausgabe einer eigenen Zeitschrift soll der Kontakt zwischen Stromerzeuger und Stromverbraucher bzw. Behörden enger gestaltet werden.

Eine weitere wesentliche Aufgabe des Verbandes bildet der Ausbau der Statistik. Die neue, auf Ende 1931 abgeschlossene Ausgabe[2] gliedert sich in vier Teile. Der I. Teil bringt die technischen und wirtschaftlichen Angaben von 168 öffentlichen Elektrizitätswerken, im II. Teil sind die wichtigsten elektrischen Eigenanlagen angeführt, der III. Teil behandelt die elektrischen Straßenbahnen, während der IV. Teil näheren Aufschluß über die bestehenden Hochspannungsleitungen gibt. Es sei ferner auf das der Statistik beigeheftete Verzeichnis von 373 Ortschaften hingewiesen, das die Stromart und die Gebrauchspannungen enthält.

In nachstehenden Zahlentafeln wird der Versuch gemacht, ein Gesamtbild über den gegenwärtigen Stand der Elektrizitätsversorgung Rumäniens zu entwerfen. Während in den Zahlentafeln 1 ··· 3 die öffentlichen Elektrizitätswerke behandelt sind, erscheinen in der Tafel 4 auch die zusammenfassenden Daten der elektrischen Eigenanlagen.

Zahlentafel 1. Art der Stromerzeugung.

Stromart	Zahl der öffentlichen El.-Werke	Gesamtleistung kW	Prozent aller Werke	Prozent der Gesamtleistung
Gleichstrom	87	25 800	51,7	12,6
Ein- und Zweiphasenstrom.	3	5 100	1,8	2,5
Drehstrom	78	173 600	46,5	84,9
laut Statistik 1931. . .	168	204 500		
„ „ 1930. . .	155	184 800		
„ „ 1929. . .	157	169 000		

Wie die Zahlentafel 1 zeigt, sind die Gleichstromwerke mit 51,7 % noch in der Mehrzahl, doch beträgt deren Leistung nur 12,6 % gegenüber der Leistungsfähigkeit aller Werke. Die seit dem Jahre 1930 im größeren Stile einsetzende Überlandzentralen-Bewegung wird dieses Bild in den nächsten Jahren noch weiter zugunsten des Drehstromsystems ändern, besitzen doch heute die Drehstromwerke bereits 84,9 % der Gesamtleistung.

Zahlentafel 2. Art der Betriebskraft und Leistung.

Antriebsmaschinen	Zahl	Gesamtleistung kW	Prozent der Gesamtleistung	mittlere Einzelleistung kW
Wasserturbinen	65	29 000	14,2	446
Dampfmaschinen . . .	89	121 000	59,2	1220
Dieselmotoren	283	52 000	25,4	183
Gas- und Benzinmotoren	30	2 500	1,2	83
laut Statistik 1931. . .	467	204 500		438
„ „ 1930. . .	451	184 800		410
„ „ 1929. . .	448	169 000		380

* ETZ 1931, S. 1254.

[1] Asociaţia Generală a Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică din România, abgekürzt APDE.

[2] Zu beziehen durch die Sektion II der APDE-Hermannstadt-Sibiu, Drei-Eichen-Str. 1. Preis 10 RM fürs Inland und 12,50 RM fürs Ausland.

In Zahlentafel 2 fällt die große Anzahl von Dieselmotoren auf, die jedoch nur ein Viertel der Gesamtleistung besitzen. Dieser Umstand ist in erster Linie auf die vielen kleinen Gleichstromzentralen zurückzuführen. An großen Dieseleinheiten sind erwähnenswert das Elektrizitätswerk Bukarest mit einem 5000 PS Maschinensatz und Hermannstadt mit einem solchen von 3300 PS Leistung. Während die Dampfkraftmaschinen 59,2 % der Gesamtleistung aufweisen, beträgt sie bei den Wasserkraftmaschinen noch nicht ganz 15 %. Immerhin ist in den letzten Jahren ein Fortschritt in dem Ausbau von Wasserkraftanlagen zu verzeichnen, wobei insbesondere die Wasserkraftanlage Dobreşti an der Jalomiţa (bei Sinaia) mit einer Leistung von 16 000 kW genannt wird.

Zahlentafel 3. Jahreserzeugung nach Art der Kraftquelle.

Kraftquelle	Jahreserzeugung Mill kWh	Prozent der Gesamterzeugung	mittlere jährliche Benutzungsdauer h	Ausnutzungsfaktor %
Wasser	79,7	25,4	2760	31,4
Dampf	158,2	50,9	1308	15,0
Öl	70,1	22,5	1350	15,4
Gas und Benzin	3,8	1,2	1520	17,3
laut Statistik 1931	311,8		1525	17,4
„ „ 1930	304,0		1650	18,8
„ „ 1929	290,0		1720	19,6

Vergleicht man Zahlentafel 3 mit der des Jahres 1930[3], so findet man, daß die Stromerzeugung durch Wasserkraft im Jahre 1931 um fast das Doppelte gegenüber 1930 gestiegen ist. In der Tat ist das Jahr 1931 ein wasserreiches Jahr gewesen, so daß dementsprechend auch die mittlere Benutzungsdauer von 2760 h als günstig anzusehen ist. Dagegen muß das Gesamtmittel der Benutzungsdauer von 1525 h als niedrig bezeichnet werden.

Zahlentafel 4. Leistung und Erzeugung nach der Unternehmungsform.

Eigentumsverhältnis	Leistung 1000 kW	Erzeugung Mill kWh	Benutzungsdauer h
öffentliche Werke	204,5	311,8	1520
Eigenanlagen rd.	130,5	208,2	1600
insgesamt 1931	335,0	520,0	1550
„ 1930	304,0	550,0	1780
„ 1929	290,0	570,0	1970

Der gesamte Stromabsatz bezifferte sich demnach im Jahre 1931 auf 520 Mill kWh gegen 550 Mill kWh im Jahre 1930 und gegen 570 Mill kWh im Jahre 1929. Bezüglich der Eigenanlagen sei bemerkt, daß in die Statistik noch nicht alle derartigen Unternehmungen aufgenommen werden konnten, es mußte daher z. T. mit Schätzungen operiert werden.

Auffallend ist in Zahlentafel 4 die niedrige Benutzungsdauer der Eigenanlagen von 1600 h. Ein Blick auf die Zahlentafel 5 zeigt auch tatsächlich, in welchem Umfange einige der größten elektrischen Eigenanlagen in der Stromerzeugung zurückgegangen sind.

[3] ETZ 1931, S. 1256.

Zahlentafel 5. Leistung und Jahreserzeugung größerer Anlagen.

Unternehmung	installierte Leistung kW	Jahreserzeugung Mill kWh 1928	1930	1931
Dicioşânmartin „Nitrogen"	22 400	68,08	40,47	28,78
Resita-Anina (Eisenwerk)	22 810	63,96	66,65	47,33
Vulcan-Lupeni (Kohlengebiet)	18 700	31,51	30,80	27,98

Während also im abgelaufenen Betriebsjahr bei den öffentlichen Elektrizitätswerken noch eine leicht erhöhte Stromabgabe zu verzeichnen ist (Zahlentafel 3), zeigt die Industrie gegenüber den letzten Jahren einen erheblichen Stromausfall.

Die der Statistik beigefügte neue Karte des Hochspannungsnetzes weist gegen den Plan des Vorjahres[4] insofern einige nennenswerte Änderungen auf, als in der Zwischenzeit die 60 kV-Leitungen Hermannstadt—Dicioşânmärtin und Klausenburg—Aghires fertiggestellt worden sind. Damit sind bereits 400 km Übertragungsleitungen mit Spannungen von 60 und 110 kV und etwa 1110 km Hochspannungsleitungen mit Spannungen von 3000 bis 25 000 V, also zusammen 1510 km im Betrieb.

Hinsichtlich der **Tariffrage** ist zu erwähnen, daß auch in Rumänien das Bestreben der Betriebsleiter dahin geht, die Tarife derart zu gestalten, daß durch eine Vermehrung des Stromabsatzes gleichzeitig eine Verbilligung der elektrischen Energie erzielt wird, obwohl der elektrische Strom heute den Konsumenten in der Regel weniger kostet als vor dem Kriege. Damals stellte sich der **Durchschnittswert** auf 57 Pf, während er heute **nur** 38 Pf/kWh beträgt[5], also um rd. 34 % weniger als 1914. Der Lichtstrompreis schwankt bei den wichtigeren Elektrizitätswerken zwischen 25 und 43 Pf/kWh. In den öffentlichen Elektrizitätswerken sind bereits beträchtliche Kapitalien investiert, ihre Höhe beläuft sich auf rd. 150 Mill RM.

Auf Grund der letzten Volkszählung von 1930 hat Rumänien 18 025 237 Einwohner. Hiervon genießen rd. 4 Mill Einwohner, d. i. 22 %, die Annehmlichkeiten und Vorteile des elektrischen Stromes. Bei einer Stromerzeugung der öffentlichen Elektrizitätswerke von 311,8 Mill kWh entfallen demnach 17,3 kWh auf den Kopf der Bevölkerung. Faßt man die Gesamterzeugung ins Auge, so entfallen rd. 29 kWh auf einen Einwohner.

Zahlentafel 6. Daten einiger Elektrizitätswerke Rumäniens.

Ort	Einwohner in 1000	nutzbare Stromabgabe Mill kWh	pro Einwohner kWh	Lichtstrompreis 1932 Pf/kWh[6]
Arad	77,2	6,33	82	38
Bucarest	631,0	91,33	145	25
Cernăuţi	111,1	8,20	74	30
Chişinău	117,0	5,23	45	35
Cluj-Klausenburg	98,5	8,73	89	26
Jaşi	102,6	6,35	62	35
Oradea — Großwardein	82,4	6,22	75	43
Sibiu — Hermannstadt	48,0	7,47	156	30
Timişoara — Temesvár	92,0	13,58	148	32

[4] ETZ 1931, S. 1255.
[5] 1 RM = 40 Lei.
[6] Mit Rabatten.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1931*.

Im Berichtsjahr[1] wurde in der PTR. eine **Neubestimmung der EMK des internationalen Westonelements** vorgenommen, an der Vertreter des amerikanischen Bureau of Standards (BS.) und des englischen National Physical Laboratory (NPL.) teilnahmen. Für jeden der 12 Versuche wurden 6 Silbervoltameter hintereinander geschaltet, u. zw. je zwei von jedem der beteiligten Laboratorien. Die Messungen ergaben untereinander sehr gute Übereinstimmung, indem die englischen und amerikanischen Voltameter im Mittel den gleichen Wert lieferten wie die deutschen, obwohl die Abweichungen der Einzelwerte der Versuche vom Mittelwert nicht unbeträchtlich waren, etwa $5 \cdot 10^{-5}$ V. Für den kleinen Elementenstamm der PTR. ergab sich eine EMK von 1,018 22 V, also gegenüber den 1910 in Washington ausgeführten Messungen eine Abnahme von $0{,}8 \cdot 10^{-4}$ V.

Außerdem wurden je drei **Normalwiderstände** von 1 Ω der drei Laboratorien verglichen. Es ergaben sich zwischen den drei Einheiten die Beziehungen PTR. — NPL. = $9 \cdot 10^{-6}$ bzw. PTR. — BS. = $13{,}5 \cdot 10^{-6}$. Zur **Bestimmung von großen Kapazitäten** von einigen hundert Mikrofarad (Phasenschieber) dient neben der Scheringschen Meßbrücke eine Reihenschaltung von Kapazitäten in der gewöhnlichen Kapazitätsmeßbrücke nach Abb. 1. Der unbekannte Kondensator C_x wird mit einem bekannten Kondensator C_N von etwa 1 μF in Reihe in einen Brückenzweig geschaltet, dem ein bekannter verlustfreier Drehkondensator C_1 parallel liegt. Nach Einstellung des Brückengleichgewichts wird C_x kurzgeschlossen, C_1 um ΔC_1 und C_4 um ΔC_4 verkleinert, bis das Gleich-

* Bericht über 1930: ETZ 1931, S. 1581.
[1] Vgl. Z. Instrumentenkde. Bd. 52, S. 153 u. 201.

gewicht wieder hergestellt ist. Dann gelten die Beziehungen

$$C_x = C_N\left(\frac{C_N}{\Delta C_1} - 1\right), \quad \operatorname{tg}\delta_x = \omega R \,\Delta C_4 \frac{C_N}{\Delta C_1} + \operatorname{tg}\delta_N.$$

Für $C_x \approx 100\, C_N$ läßt sich eine Genauigkeit von 1 % leicht erreichen.

Bei abgeschirmten, aber von der Schirmhülle isolierten Kondensatoren, deren Hauptkapazität k_{12} groß gegen die Kapazitäten k_{10} und k_{20} der Belegungen gegen das Gehäuse ist, gehen diese Teilkapazitäten zuweilen mittelbar in die Messung ein. Ihre direkte Messung kann in einer gleicharmigen Brückenschaltung nach Abb. 2 erfolgen. Die zu messende Teilkapazität k_{10} ist

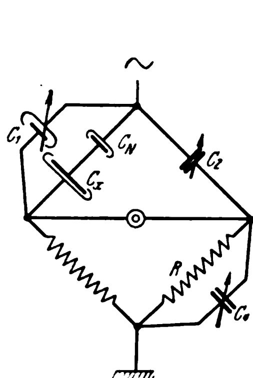


Abb. 1. Messung großer Kapazitäten.

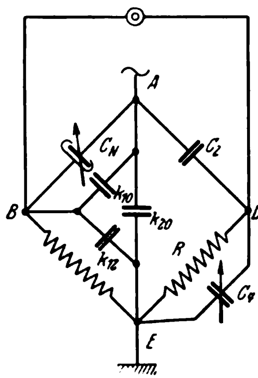


Abb. 2. Messung von Teilkapazitäten.

in den Brückenzweig AB, die Hauptkapazität k_{12} in den Zweig BE eingeschaltet; k_{20} liegt der gesamten Brücke parallel. Die Messung erfolgt durch Substitution eines verlustfreien Normalkondensators C_N, wobei die Abschaltung von k_{10} und die Anschaltung von C_N beim Brückeneckpunkt A erfolgen müssen. Die Durchrechnung führt unter Einführung zweckmäßiger Annäherungen auf die folgenden Bedingungen, wobei c_z die Zuleitungskapazität von C_N bedeutet:

$$k_{10} \approx C_N(1 - \omega R\, k_{12} \operatorname{tg}\delta_{10}),$$

$$\operatorname{tg}\delta_{10} \approx \frac{\omega R \,\Delta C_4\left(1 + \frac{c_z}{C_N}\right)}{1 + \omega^2 R^2 k_{12}^2}.$$

Die Meßgenauigkeit der Frequenznormale soll nach Beschlüssen des Comité Consultatif International Technique des Communications Radioélectriques von $1 \cdot 10^{-5}$ auf $1 \cdot 10^{-6}$ gesteigert werden. Das bisher verwendete Zeitnormal (Hauptuhr der Reichsanstalt) und die Normalfrequenz-Stimmgabel des Laboratoriums lassen eine größere Genauigkeit als etwa $5 \cdot 10^{-6}$ nicht zu. Daher wurde ein Piezo-Oszillator zum Betriebe einer „Quarzuhr" verwandt (Abb. 3). Der Quarzstab Q von etwa

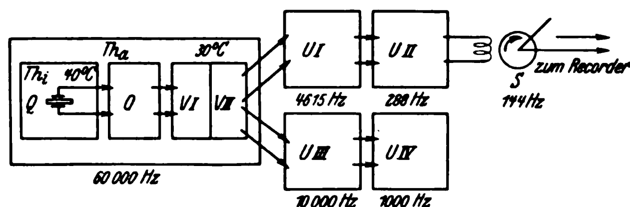


Abb. 3. Quarzuhr.

60 000 Hz befindet sich in einem selbsttätig auf 40 ° C gehaltenen Thermostaten Th_i und treibt in Selbsterregung den Oszillatorkreis O. Die Schwingungen werden in einem Widerstandsverstärker $V\,I$ und einem Resonanzverstärker $V\,II$ genügend verstärkt. Th_i, O, $V\,I$ und $V\,II$ befinden sich in einem zweiten auf 30 ° C geheizten Thermostaten Th_a. An den Ausgangskreis von $V\,II$ sind zwei Frequenzteilerreihen angeschlossen. In $U\,I$ wird die Frequenz im Verhältnis 13 : 1 auf 4615 Hz und in $U\,II$ weiter im Verhältnis 16 : 1 auf 288 Hz erniedrigt. An $U\,II$ ist induktiv ein Synchronmotor S angeschlossen, der über ein Getriebe alle 10,414 s einen Zeitkontakt schließt. Die Quarzuhr wurde vom 11. XI. bis zum 22. XII. täglich an das Nauener Koinzidenzsignal angeschlossen. Der mittlere Fehler des Mittelwerts berechnet sich zu $0{,}6 \cdot 10^{-7}$, der mittlere Fehler des Tageswerts zu $2{,}6 \cdot 10^{-7}$; die maximale Abweichung eines Tageswertes vom Mittelwert ist $5 \cdot 10^{-7}$. Diese Fehlergrößen entsprechen etwa den Fehlern des Zeitsignals selbst, brauchen also nicht als Schwankungen der Quarzuhr gedeutet zu werden.

Die Gleichstrom-Kompensationseinrichtung, die zur Nachprüfung von Wechselstrom-Leistungsmessern erforderlich ist, kann wesentlich vereinfacht werden, wenn man nicht jede beliebige Spannung kompensieren will, sondern sich auf bestimmte Spannungswerte beschränkt. Man gelangt dann zu einem Apparat mit nur einer Kurbel (Abb. 4); gleichzeitig fallen alle Ersatzwiderstände fort, die sonst nötig sind, um den gesamten inneren Widerstand unverändert zu halten. Der Apparat der Abb. 4 hat nur 10 Widerstandstufen; mit ihm

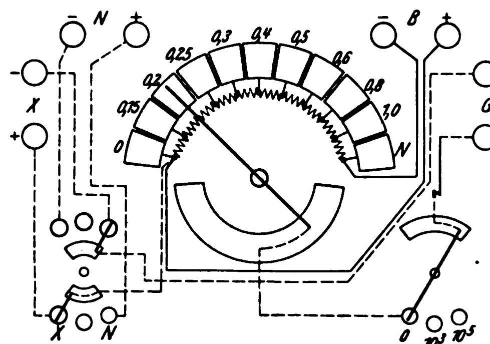


Abb. 4. Vereinfachte Kompensationseinrichtung.

können Wattmeter von den Nennstromstärken 0,5, 1, 2, 5, 10, 25, 50 A an 5 Skalenpunkten und bei der Nennspannung 150 V geeicht werden.

Fehler bei Spannungswandlern können durch nicht ausreichend bemessene Schmelzsicherungen entstehen. Der Spannungsabfall an der Sicherung ergab bei einer Leistungsmessung einen zusätzlichen Fehler von 1,6 %. Die Fehler von Durchsteck-Stromwandlern sind etwas von der räumlichen Anordnung der Primärleiter abhängig. Verschiebungen des Innenleiters an Ringwandlern ergaben Fehleränderungen von der Größenordnung 5′ und 0,1 %. Bei betriebsmäßig im Sternpunkt zu erdenden Mehrphasenwandlern kann man die Fehler in den verketteten Spannungen aus den gemessenen Fehlern der Sternspannungen berechnen. Unter der Voraussetzung eines symmetrischen Drehstromsystems mit der Phasenfolge RST ergibt sich für die Berechnung der Fehler:

$$f_{RS} = \frac{f_R + f_S}{2} + 0{,}0084\,(\delta_R - \delta_S),$$

$$\delta_{RS} = \frac{\delta_R + \delta_S}{2} - 9{,}93\,(f_R - f_S),$$

f in Prozenten, δ in Minuten.

Die Benutzung von piezoelektrischen Quarzen zur Druckmessung wurde zur Messung kleiner Geschwindigkeitsänderungen ausgebaut. Zwei Zentrifugalmassen sind so angeordnet, daß sie bei Geschwindigkeitsänderungen eine Be- bzw. Entlastung auf den Meßquarzen hervorrufen. Die Ladungen werden durch eine Schleiffeder im Drehpunkt abgenommen. Soll in einem beliebigen Druckverlauf, z. B. beim klopfenden Motor, nur der maximale Druck gemessen werden, so kann ein Meßquarz mit Röhrenvoltmeter und Glimmlampe benutzt werden. Durch einen Kondensator wird die Empfindlichkeit der Anordnung so lange geändert, bis die Glimmlampe soeben zündet. Der Kondensator ist direkt in Druckeinheiten geeicht. *Br.*

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Forschungsarbeiten des Siemens-Konzerns. — Über Maschinensätze zur Kopplung von Netzen verschiedener Frequenz. Um Belastungs- und Frequenzschwankungen des einen Netzes vom anderen fernzuhalten und den Maschinensatz selbst vor unzulässigen Überlastungen zu schützen, wählte man bekanntlich eine halbstarre elektrische Kopplung, bestehend aus einer Synchronmaschine am 16⅔-Perioden-Netz und einer Asynchronmaschine am 50-Perioden-Netz. Der Verfasser führt zunächst aus, welche Anforderungen an eine ideal regelbare Asynchronmaschine gestellt werden, entwickelt sodann die allgemeine Theorie der mehrphasigen Asynchronmaschine, um dann die zwei einfachsten und zugleich vollkommensten Lösungen der Reglung zu bringen. Ossanna zeigt, wie dieses Ziel durch Anordnung einer Schlupfmaschine erreicht wird, die durch Hilfsmaschinen so erregt wird, daß die von ihr gelieferte Spannung eine bestimmte Funktion der Netzspannung, des Schlupfes und des Ständerstromes bei der einen, des Läuferstromes bei der anderen Lösung ist. Hierauf wird die Schaltung der von den SSW erstellten 20 000 kVA-Netzkopplung für Pfrombach beschrieben und die Bedeutung der einzelnen Stromkreise und Hilfsmaschinen theoretisch erörtert. (Ossanna, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 10, H. 3.) *Zrn.*

Apparate.

Quecksilberschalter für Laststufenregler. — Zur Spannungsregelung von Transformatoren unter Last benutzt die Ferranti, Ltd., Hollinwood, Quecksilberschalter, die auf der Hochspannungsseite mit im Ölkessel eingebaut sind. Die Schalter bestehen aus Glasröhren, enthaltend Quecksilber und ein indifferentes Gas und einen Porzellanschutz, der den Lichtbogen von der Glaswandung fernhält. Eine Gruppe von vier solchen Schaltern sitzt symmetrisch angeordnet, auf einer starken Bakelitplatte (Abb. 1);

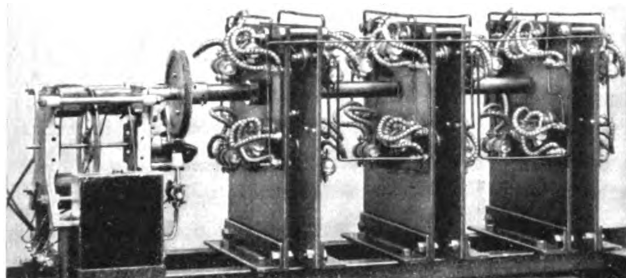


Abb. 1. Quecksilberschalter für Laststufenregler.

sie sind einerseits mit den einzelnen Schaltstufen der Hochspannungswicklung, anderseits mit einer gemeinsamen Sammelschiene verbunden. In jeder Phase stehen je zwei solcher Gruppen Rücken an Rücken, wobei zwischen den Paaren reichlich Platz vorhanden ist, um an die einzelnen Teile heranzukommen. Eine gemeinsame Steuerwelle aus Bakelit läuft zentrisch durch die 6 Bakelitplatten und betätigt über Schwinghebel mit Laufrollen die einzelnen Quecksilberschalter. Die Schaltung kann von Hand oder selbsttätig erfolgen, in letzterem Fall arbeitet ein Hilfsmotor über ein Schneckengetriebe auf die Schaltwelle, wobei Endschalter ein Überschalten vermeiden. Durch die gemeinsame Steuerwelle ist die richtige Reihenfolge der Schaltungen gesichert. Es wurde u. a. ein Drehstrom-Transformator für 300 kVA, 50 Hz, 11 000/391 V mit einem solchen Stufenschalter zur Regelung ± 6 % in 9 Stufen geliefert. (Engineer Bd. 153, S. 191.) *Las.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Gegenwärtiger Stand der Elektrisierungsarbeiten auf der Berliner Wannseebahn. — Die Stromschiene ist auf etwa ¾ der Streckenlänge verlegt. Ihre Befestigung an den Böcken ist dem erweiterten Lichtraumprofil angepaßt. Die Fahrschienen im Reichsbahn-Oberbau K 49 werden zu Strängen von 60 m Länge aluminothermisch verschweißt. An den verbleibenden Laschenstößen werden kupferne, 95 mm² starke Seilverbinder mit Stöpselverbindung, die bei späteren Ausbesserungsarbeiten leichten Abbau gestattet, eingebaut. Mit gleich starken Kupferseilen werden Schienen und Gleise untereinander verbunden. Der Umsteigebahnhof „Ebersstraße“ mit zwei Stockwerken und Mittelbahnsteig, der unten die beiden Gleise der Wannseebahn, oben die der Ringbahn, die durch 2 Rolltreppen verbunden werden, enthält, ist im unteren Teil nahezu fertiggestellt. Der Bahnhof wird in „Schöneberg“ umgetauft werden, während der jetzige Bahnhof „Schöneberg“ den Namen „Kolonnenstraße“ erhält. An neuen Haltestellen sind im Bau „Bahnhof Feuerbachstraße“, der in der Mitte zwischen Friedenau und Steglitz an der ehemaligen Feldstraße, jetzigen Feuerbachstraße liegt, „Bahnhof Sundgaustraße“ bei den Siedlungsbauten zwischen Lichterfelde-West und Zehlendorf-Mitte. Ein neuer Bahnhof „Innsbrucker Platz“ am Südring soll dies aufstrebende Viertel dem Verkehr mit der S-Bahn erschließen. Voraussichtlich Anfang Mai k. J. werden alle Bahnhöfe in Betrieb genommen werden. Der neue Umsteigebahnhof „Schöneberg“ (Ebersstraße) schon am 1. II. 1933. Am Streckenende in Wannsee wird ein neuer Abstellbahnhof mit einem Wagenschuppen für vier Ganzwagenzüge gebaut, von dem morgens der Betrieb einsetzt. Zur Stromversorgung der Wannseebahn werden die bestehenden Gleichrichterwerke „Ebersstraße“ und „Nikolassee“ der Ring- und Vorortbahn herangezogen. Hierzu war in „Nikolassee“ nur die Schaltanlage zu erweitern, was bereits erfolgt ist. In „Ebersstraße“ mußten 2 Gleichrichter von je 2400 kW normaler Leistung (3000/6000 A, 800 V) aufgestellt und die Schaltanlage erweitert werden. Gleichrichter mit zugehörigen Transformatoren sind bereits aufgestellt. Ein neues Gleichrichterwerk entsteht in Lichterfelde-West mit 3 Gleichrichtern wie vor. Der 30 kV-Drehstrom wird vom Unterwerk „Ebersstraße“ durch 2 Kabel zugeführt, von denen eins als Reserve dient. Das Haus ist fertig. Mit der Montage der elektrischen Ausrüstung ist begonnen. Es wird eine Halb-Freiluftanlage, wobei die Transformatoren im Freien stehen. Zum Betrieb sind 51 Triebwagen und 51 Beiwagen in bisheriger Stahlausführung und Abmessungen in Auftrag gegeben. Die Beschaffung von Steuerwagen ist nicht erforderlich, da der Halbzug die kleinste Zugeinheit sein wird. Bei den neuen Triebwagen wird die unter dem Wagenkasten liegende Motorschaltwalze durch ein rein elektrisch betätigtes Klinkwerk statt des bisher üblichen elektropneumatischen gedreht werden. Die Unterhaltungskosten werden mit dieser Anordnung geringer werden. Die Wagen erhalten die normale Einkammer-Luftdruckbremse, die aber eine elektrische Steuerung neben der Druckluftsteuerung besitzen wird. Diese Steuerung ist bereits bei 28 Ganzzügen der Stadt- und Ringbahn ausprobiert. Mit der elektrischen Steuerung wird gefahren. Die Druckluftsteuerung dient zur Reserve beim Ausbleiben des elektrischen Stromes, was der Fahrer durch Aufleuchten einer Lampe sofort erkennt. Infolge der elektrischen Steuerung kann man genauer fahren, hat den Zug besser in der Gewalt, der Luftdruck im Zylinder ist besser regelbar. Die Bremswege lassen sich verkürzen, was bei den vielen Haltestellen in dichter Folge sehr wichtig ist. *Pge.*

Fernmeldetechnik.

Die neuen Großsender Langenberg und Breslau. — Der Großsender Langenberg ist im Dezember vorigen Jahres, der Großsender Breslau im August dieses Jahres in Betrieb genommen worden. Beide Senderanlagen sind im wesentlichen gleich gebaut. Die Hauptunterschiede bestehen nur in der Antennenanlage. In Langenberg steht der neue Sender in einem Neubau neben dem alten Sendergebäude, und die vorhandene Antennenanlage wird weiter benutzt; der Breslauer dagegen erhielt ein neues Grundstück bei Rothsürben, etwa 15 km von Breslau entfernt. Zum ersten Male in Deutschland ist beim Breslauer Sender eine Antennenanlage gebaut worden, die die Nahfadingzone weiter hinausschiebt. Sie besteht aus einer Eindrahtantenne besonderer Bauart, die im Innern eines 140 m hohen Holzturmes hängt.

Beide Anlagen weisen gegenüber den ersten Großsendern in Mühlacker und Heilsberg wesentliche Verbesse-

rungen und Neuerungen auf, von denen folgende genannt seien:

1. Für die Versorgung der Sender mit hochgespanntem Gleichstrom von 12 000 V werden nur Quecksilberdampf-Gleichrichter in Eisengehäuse verwendet. Die Spannungsregelung erfolgt mit Hilfe von Stufentransformatoren.

2. Die Niederspannungs-Schaltanlage und die Blockierungseinrichtung wurden vereinfacht. Die Motoren werden von der Niederspannungs-Schalttafel aus mit Hilfe von handbetätigten Stern-Dreieck-Schaltern angelassen, während die Spannungen der Generatoren vom Schaltpult des Senderraumes aus geregelt werden.

3. Bei den Kühlanlagen sind statt der früher üblichen Schlauchtrommeln besondere zylindrische Porzellangefäße verwendet worden.

4. Die Sender haben in der Endstufe je 2 Röhren von 150 kW Leistung (gegenüber 18 Röhren von 20 kW bei den ersten deutschen Großsendern).

5. Die Sender haben Quarzsteuerung. Der Quarz wird in einem „Brückenthermostaten" auf konstanter Temperatur gehalten. Die Temperaturregelung ist stetig, Relais werden dabei nicht benötigt. Mit Hilfe eines besonderen Potentiometers kann die Temperatur während des Betriebes um mehr als 30 ° C und damit die Senderfrequenz bis zu 300 Hz verändert werden.

6. In einem Gestell mit 6 Feldern sind Endverstärker, Überwachungs- und Meßeinrichtungen der Firma Siemens & Halske eingebaut. Die Modulation wird mit Impulsmessern überwacht, die vor und hinter dem Sender eingeschaltet sind. In dem Meßgestell befinden sich Einrichtungen, die die Aufnahme von Frequenzkurven in wenigen Minuten gestatten. Ein Feld enthält ein Überwachungsgerät, das Abweichungen der Senderfrequenz vom Sollwert in Stufen von 5 zu 5 Hz anzeigt.

Beide Sender sind von der Telefunken-Gesellschaft erbaut worden. (A. Semm, Telegr.- u. Fernspr.-Techn. Bd. 21, S. 225.) *Sb.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Der Ursprung der Ultrastrahlung. — Obwohl Prof. Piccard noch nicht in der Lage ist, sich aus seinen Beobachtungen während des letzten Ballonaufstiegs in die Stratosphäre ein abschließendes Urteil über den Ursprung der Ultrastrahlen zu bilden, so geht doch seine Auffassung dahin, daß diese Strahlen in der Stratosphäre und nicht in höheren Schichten entstehen[1]. Er läßt zwar die Möglichkeit gelten, daß die harten und durchdringendsten Teile der Ultrastrahlung aus dem Weltenraum herrühren, während die weicheren, stark ionisierten Komponenten auf einer Art sekundärer Strahlung beruhen können, die durch das Auftreffen der harten Strahlen auf die Luftmoleküle hervorgerufen wird. Piccard glaubt, daß, wenn seine Annahme des Stratosphärenursprungs der Ultrastrahlung sich als richtig erweisen sollte, diese Hypothese es erklärlich machen würde, weshalb diese geheimnisvolle Strahlung unabhängig von der Stellung der Erde im Weltenraum ist und somit keine bestimmte Funktion der siderischen oder der Sonnenzeit darstellt. (Electrician Bd. 59, S. 468.) *Gth*

[1] ETZ 1932, S. 1090.

Werkstatt und Baustoffe.

Ein neuer Werkstoff für Hochfrequenzspulen. — Die Verluste der in der Rundfunk-Empfangstechnik gebräuchlichen Schwingungskreise sind so niedrig wie möglich zu halten. Bestimmt doch die Verlustfreiheit nicht nur den Grad der Verstärkung und damit die Reichweite des Empfangsgerätes, sondern auch die Selektivität. Mit der wachsenden Senderzahl kommt der letzteren eine größere Bedeutung zu. Bei Abstimmkreisen, die mit Luftkondensatoren ausgerüstet sind, liegen die hauptsächlichen Verluste in der Spule.

Bisher fanden Luftspulen in verschiedenen Ausführungsformen Verwendung. Die Beseitigung ihrer Streufelder geschah durch Abschirmung. Wirtschaftliche Erfordernisse zwangen den Konstrukteur, diese Spulen sehr klein zu halten. Hieraus sowie aus der erforderlichen Abschirmung ergaben sich sehr verlustreiche Spulen. Es ist wiederholt versucht worden, Hochfrequenzspulen mit einem Magnetikum auszurüsten, und neuerdings ist es Hans Vogt, Berlin, bekannt aus der Entwicklung des sprechenden Films, gelungen, einen neuen Werkstoff „Ferrocart" zu entwickeln, der es gestattet, streufeldlose Hochfrequenzspulen zu bauen, die den besten Luftspulen aus Litzendraht ebenbürtig sind. Der neue Werkstoff besteht aus winzigen magnetischen Partikelchen, die nach einem besonderen Verfahren isoliert und in voneinander zusätzlich getrennten Schichten angeordnet sind. Die geringen Verluste führt Vogt u. a. darauf zurück, daß die Ausbildung zusätzlicher „kapazitiver Wirbelströme"[1]) vermieden wird. Die Permeabilität beträgt 10, das spezifische Gewicht 3,5; das Material ist absolut wärmebeständig bis 80 ° C. Es wird in Platten- und Rollenform hergestellt[2], woraus diejenigen Kernformen gewonnen werden, die für bestimmte Spulenkerne u. dgl. erforderlich sind. Neben der Bearbeitung durch Stanzen, Sägen u. dgl. können auch einzelne Teile durch Anwendung von Druck und Wärme zusammengepreßt werden. *Sb.*

Verschiedenes.

Sondertagung über Blitzschutzfragen des Verbandes Sächsischer Elektrizitätswerke. — Am 24. X. d. J. fand in Dresden die obige Sondertagung statt. In einem Vortrage über „Blitzbildung und Blitzschläge" ging Toepler von der Gewitterstatistik aus, die für deutsche Verhältnisse die Bedeutungslosigkeit der Wintergewitter aufzeigte und die Sommergewitter als 20% Frontgewitter und 80% Wärmegewitter unterschied. Der „Gewittermechanismus" für beide Arten fußt auf aerodynamischen Vorgängen, vor allem einem hinreichend rasch aufsteigenden Luftstrom. Besonders wichtig für die Gewitterbildung sind die Inversionen, an denen die aufsteigende Luft gestaut wird. So bei 2 km, 4,3 und 6,5 km Höhe. Zwischen ihnen hat die Luft Anstiegsgeschwindigkeiten von 10 und 50 m/s. Am deutlichsten werden diese Erscheinungen bei Vulkaneruptionen und ihren Gewittern, wo meist die Inversionen bis zur oberen in 11 km Höhe durchstoßen werden (Pinienwolke des Vesuv). Für die Gewitter- und Blitzbildung die häufigste Ursache ist der Durchbruch der Inversion in 4,3 km Höhe (Cirrus-Schleier über dem aufsteigenden Kumulus). Beim selteneren Durchbruch der höheren Inversion entstehen Hageltürme, die wahrscheinlich die Blitze mit besonders hohen Stromstärken liefern. Für das Studium der Blitzbildung eignet sich am besten die Gleitentladung, die dem allmählich entstehenden Blitz am nächsten kommt, wie zahlreiche Lichtbilder erweisen. Die Wachstumsgesetze der Blitze werden ausführlich behandelt, die Blitzstatistik wird durch neuere Beobachtungen auch im Hinblick auf die Polarität erweitert, die verschiedene Art der Blitze in ihrem Einfluß auf Hochspannungsleitungen untersucht. Wolkenverschiebung und Blitze zwischen den Wolken geben auf der Erde nur Felder geringer Intensität, wenn auch langer Dauer. Erst Blitze zur Erde veranlassen als Ein- und Nebenschläge die Netzstörungen. Die auf physikalische Klärung abgestellte Forschungsarbeit (Norinder, Berger, Peek, Matthias) hat sich zur praktischen Arbeit gewandelt mit dem Zweck des Leitungsschutzes. Wegen der Verschiedenheit der Netzkonstanten (Erdseil, kein Erdseil, mehrere Erdseile, Querschnitte und Mastbilder) ergeben sich Schwierigkeiten bei der Auswertung solcher Messungen. Es werden die wichtigsten Versuchstätten in Schweden, Schweiz, V. S. Amerika, Deutschland beschrieben, bemerkenswerte Einzelergebnisse mitgeteilt, besonders über die Anstiegsdauer der Feldstärken. Verschiedenheiten bei europäischen und amerikanischen Messungen werden diskutiert. Ein „Standardblitz" kann nicht aufgestellt werden, „Blitzgiganten" bis 175 000 A stammen vielleicht aus Hageltürmen. Sieht man von diesen ab, so nähert man sich bei Höchstspannungsnetzen der allgemeinen Möglichkeit, daß die Betriebskonstanten genügen, namentlich bei 220 kV den Blitz ganz ohne Überschlag voll aufzufangen. Das gilt besonders für die etwas milderen mitteleuropäischen Blitzschläge.

Lehmann, Silberstraße, sprach über „Neuere Erfahrungen mit Erdungsverbesserung zur Einschränkung von Gewitterstörungen an Hochspannungsleitungen". Eine das gleiche Thema behandelnde Arbeit von Lehmann wurde in ETZ 1932, S. 980, veröffentlicht.

Der „Schutz gegen Überschläge durch Überspannungen" wurde von Kühn auf folgende Maßnahmen gegründet: Verhindern des Eindringens von Gewitterüberspannungen, Herabsetzen der Spannungswerte, Verlegen der Überschläge an vorgeschriebene Stellen. Das erste ist möglich durch zuverlässige Erdung (Verbindung mit Wasseradern oder Verlegung strahlenförmiger Banderder oder gegenseitige Verbindung der Masten mit unterirdischen

[1] V. versteht hierunter Wirbelströme, die sich als Verschiebungströme zwischen den diskreten Teilchen fortsetzen.

[2] Hersteller: Dr. Eisner & Co., Werder an der Havel.

Seilen) der eisernen Masten. Das zweite läßt sich durch neuzeitliche Schutzapparate (Kathodenfallableiter und Ableiter mit spannungsabhängigen Widerständen) erreichen, das dritte durch geeignete Abstufung der Isolation. Dabei werden an einigen Masten vor der Station Isolatoren verwendet, deren Stoß-Überschlagspannung niedriger ist als in der Station selbst. Diese Isolatoren sind mit besonderen Lichtbogenarmaturen ausgerüstet. Der nicht von selber abreißende Lichtbogen wird durch Selektivschutz unterbrochen. Diese Maßnahmen gewährleisten auch bei Gewitter eine ungestörte Lieferung der elektrischen Energie.

Anschließend berichtete Binder über die Untersuchungen, die im 1 Mill V-Versuchsfeld der T. H. Dresden über die Vorgänge an Blitzableitern und Erdungsanordnungen angestellt wurden. Die als Wanderwelle auf den Ableiter übergehende Entladung kann wegen des Wellenwiderstandes und Bodenwiderstandes so hohes Potential erzeugen, daß Leitungsüberschläge entstehen. Vergleichende Messungen über den effektiven Bodenwiderstand von Platten-, Rohr- und Bodenseilerdern zeigen die Überlegenheit der letzten Anordnung, falls das Grundwasser schwer zu erreichen ist (sandige Gegenden oder solche mit felsigem Untergrund). — Vorführungen im Versuchsfeld beschlossen die Ausführungen. Ein selbsttätig schreibender Überspannungsmesser gibt besonders große Anschaulichkeit der Versuche an verschiedenen Erdungsanordnungen. Die neuesten Schutzaparate wurden vorgeführt.

Die Tagung schloß mit einem Vortrag von Riepl über „Die neuesten Überspannungschutz-Apparate in ihrer Wirkungsweise", der über Versuche mit künstlichen, in einer Stoßanlage erzeugten Blitzen berichtete, die auf eine Freileitung mit Isolation für 15 und 20 kV Betriebsspannung arbeitete. Die Freileitung endet in einer Station, wo Abzweige und Schutzapparate zuschaltbar sind. Damit ergaben sich folgende wichtige Zustände:

Durchgangstation ohne Ableiter (Überschlag in Station);
Durchgangstation mit Ableiter (kein Überschlag in Station);
Station mit 2 Freileitungsabzweigen (kein Überschlag in Station);
Station mit 1 Kabelabzweig (kein Überschlag in Station);
Kopfstation ohne Ableiter (Überschlag in Station);
Kopfstation mit Ableiter (kein Überschlag in Station);
Kopfstation mit altem Hörnerableiter (Überschlag in der Station).

Anschließend wurden Oszillogramme gezeigt, aus denen der Verlauf der aufgedrückten Überspannungen mit und ohne Ableiter deutlich wurde, und ein graphischer Vergleich der Wirksamkeit alter und neuer Ableiter, der zugunsten der letzteren sprach. *A. L. M.*

Fremde Vereine. — Innerhalb des Tschechoslowakischen Elektrotechnischen Verbandes Prag (Elektrotechnicky Svaz Československy) hat sich eine Gruppe der sudetendeutschen Elektrotechniker mit dem Sitz in Karlsbad gebildet. Im Rahmen eines am 21. X. 1932 abgehaltenen ersten Vereinsabends, zu welchem eine stattliche Zahl (über 80) von Berufsgenossen aus ganz Nordböhmen erschienen waren, sprach zunächst Dr. Jungmichl der SSW, Berlin, ein gebürtiger Sudetendeutscher, über „Gittergesteuerte Großgleichrichter". Aus dem Vortrag konnte man so recht erkennen, in welch überaus befruchtender Weise die Fortschritte der Rundfunktechnik, im besonderen aber der Elektronenröhre mit Gittersteuerung (deren Erfindung auf den Österreicher v. Lieben und den Amerikaner Lee de Forest zurückzuführen ist), auch auf die Entwicklung der Starkstromtechnik eingewirkt haben. Gelang es doch Langmuir, dem Chefelektriker der amerikanischen General Electric Co. durch sein grundlegendes Patent das gleiche Prinzip auch zur Steuerung des Quecksilberdampf-Großgleichrichters erfolgreich anzuwenden.

In der dem beifälligst aufgenommenen Vortrag folgenden lebhaften Besprechung wurde einer von Dir. Zohner (NEW, Bodenbach) gegebenen Anregung Folge leistend, das Problem der Kraftübertragung mittels Gleichstrom-Höchstspannung noch näher erörtert und festgestellt, daß deren praktische Verwendung vorläufig nur für transkontinentale Hochspannungstraßen in Betracht kommt, wo also Energien von mehreren hunderttausenden Pferdekräften auf Entfernungen von 1000 km und darüber hinaus mit wirtschaftlichem Wirkungsgrad übertragen werden sollen. Besonders günstige Verhältnisse dafür würden also z. B. bei der projektierten Kraftübertragung von den schwedischen und norwegischen Wasserkraftanlagen nach Norddeutschland vorliegen, wobei die Kreuzung des großen und kleinen Belt mittels Unterseekabel erfolgen würde. Die Anordnung von zwei besonderen Umspannwerken, wie sie sonst bei Verwendung von Drehstrom-Unterseekabeln hier unbedingt erforderlich wäre, käme also bei der Benutzung von Gleichstrom-Höchstspannung dann in Fortfall. Für die Verteilung der Energie an die Großkonsumenten werden aber im Anschluß an eine derartige Gleichstromkraftübertragung infolge der bequemeren Teilbarkeit der Energie die bestehenden Drehstromanlagen und -leitungen auch in Zukunft beibehalten werden müssen. Hingewiesen wurde auch auf die praktische Bedeutung des von Marx für sehr hohe Spannungen und Leistungen angegebenen Lichtbogen-Stromrichters[1].

In der Diskussion wurde ferner die Bedeutung der Gittersteuerung im Wege von Sperrspannungen für die Benutzung von nach diesem Prinzip konstruierten trägheitslosen Schnellschaltern hervorgehoben. Auch zur Erreichung verlustloser und schnellster Drehzahlregelung von Motoren nach dem Verfahren von F. W. Meyer, wie z. B. für Walzwerke und Papiermaschinen, erscheint das Prinzip der Gittersteuerung ganz besonders geeignet und dürfte den bisher hier verwendeten Regelverfahren in vielfacher Beziehung überlegen sein.

Auch der folgende Vortrag von Dir. Ing. Rudolf Rumler über „Förderung der Haushaltungselektrisierung und ihre Bedeutung für die Erzeuger und Verbraucher elektrischer Energie" begegnete dem lebhaftesten Interesse der Teilnehmer. Der Vortragende sprach im besonderen über die mit der Einführung der Elektrizität im Haushalt und mit dem elektrischen Speicherofen für die Raumheizung beim Netz des elektrischen Überlandwerkes Reichenberg gemachten praktischen Erfahrungen. Diese Ausführungen wurden durch die ausführlichen Mitteilungen von Direktor Hechter über die entsprechenden Erfahrungen beim Überlandwerk Kaaden in wertvollster Weise ergänzt. —

Dem Wunsche der Teilnehmer nach Fortsetzung dieser elektrotechnischen Vortragsabende in Nordböhmen wird, wie aus dem Schlußworte des Obmannes Direktor Seifert, Neusattl, zu entnehmen, der sowohl den Vortragenden, den Diskussionsrednern wie auch allen Erschienenen Dank aussprach, schon in nächster Zeit durch Veranstaltung eines weiteren Vortragsabends in einer noch zu bestimmenden Stadt Nordböhmens in bester Weise entsprochen werden. *G. W. M.*

Die Dritte internationale Kohlentagung zu Pittsburgh 1931. — Wie in den Jahren 1926 und 1928 (ETZ 1929, S. 158) hatte Dr. Thomas S. Baker, Präsident des Carnegie Institute of Technology zu Pittsburgh, Pa., V. S. Amerika, erneut dorthin alle an der Kohle interessierten Wissenschaftler und Geschäftsleute zur Dritten internationalen Kohlentagung, die vom 16. bis 21. XI. v. J. stattfand, eingeladen, um gerade in der gegenwärtig krisenhaften Lage der Kohlenindustrie aller Länder, aber zumal in den V. S. Amerika Gelegenheit zur Aussprache über die wissenschaftlichen und technischen Probleme auf diesem Gebiet unter Einschluß der wirtschaftlichen und geschäftlichen Aussichten zu geben. Baker selbst, wie der Governor Albert C. Ritchie von Maryland, der Vorsitzende des Finanzkomitees der United States Steel Corporation, Myron C. Taylor, u. a. führten den schwierigen Stand der Kohlenindustrie auf die gegen früher geänderte Wirtschaftslage aller Industrien zurück. Alle wirken aufeinander ein und müssen sich untereinander anpassen. Die Kohlenindustrie ist für den Bedarf überdimensioniert. Niemand konnte die Entwicklung von Öl und Gas, Wasserkraft und Elektrizität ahnen. Die Kohle müsse noch sorgfältiger dem Verbrauchszweck angepaßt werden, um sie wettbewerbsfähig zu machen.

Sehr wichtig sind hierzu die Studien deutscher Wissenschaftler wie Berl, Bode, Fischer, Gothan, Lehmann, Terres u. a. über den Ursprung, die Vorbereitung, Klassifizierung der Kohle, die auf der Tagung zur Erörterung standen. An dieser beteiligten sich etwa 13 Nationen; etwa 100 Vorträge lagen vor, von denen etwa ein Fünftel aus Deutschland stammten. Zum Betrieb der Dampfkesselanlagen hatte Friedrich Schulte, Essen, einen Bericht zur „Entwicklung der Rostfeuerung in Deutschland" und Dr. Münzinger-AEG einen solchen über „Braun- und Steinkohle in deutschen Kraftanlagen" eingereicht.

Der Amerikaner Houghton sprach über Erfahrungen in der Verfeuerung von Steinkohle auf großen Unter-

[1] Vgl. ETZ 1930, S. 1089 u. Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 553.

schubrosten im Betrieb der Brooklyn Edison Company. Die Kesselverluste bei gesteigerten Verbrennungsbeträgen sind äußerst zu verringern. Die Höhe der Brennkammertemperatur wird begrenzt durch die Ausführungsart der Brennkammerwände und das Brennstoffbett, dessen richtiger Abbrand eine sorgfältige Überwachung seiner Temperatur erfordert. Die erforderliche Luftmenge muß dem Stoker aus der Windkammer bei verhältnismäßig niedrigem Druck geliefert werden, was ein dünnes, poröses Brennstoffbett voraussetzt. Dies hat auch den Vorteil, daß die Dampfleistung des Kessels um 10 ··· 15 % gesteigert werden kann, ehe die Rauchgrenze erreicht ist. Vorteilhaft ist es, einen hohen Brennkammerzug von 12,5 bis 18,75 mm zu halten. Im ersten Falle wurde ein um 1 % besserer Wirkungsgrad erreicht. In Zeiten geringen Dampfbedarfs empfiehlt es sich, zur Vermeidung von Klinkerbildung die Kessel mit möglichst dünnem Brennstoffbett weiter zu fahren. Bei Verwendung vorgewärmter Luft auf 150 ··· 200 ° C ist das Brennstoffbett am Kopf des Rostes dünner zu halten als weiter abwärts. Während plötzlicher Laststeigerungen ist mit dem Bedarf an Gebläseluft schrittweise und nicht plötzlich zu folgen, um die ideale Verbrennung nicht zu stören. Im Gruppenbetrieb der Kessel müssen plötzliche Änderungen an einzelnen Stokern unbedingt vermieden werden. Laststeigerungen sind auf alle Roste anteilig zu verteilen, wozu sich zentrale selbsttätige Regelung empfiehlt. Ein gutes Mittel zur Erhaltung besten Betriebes ist die tägliche Bestimmung des Wirkungsgrades jedes einzelnen Rostes und Kessels und ihr Vergleich mit einer Normalkurve. Für einen normalen Betrieb ist es durchaus möglich, sich dieser auf 0,5 % zu nähern.

Bailey und Hardgrove von der Fuller Lehigh Company, New York, berichteten über neue Erfahrungen mit der Schlacken-Abzapf-Brennkammer bei Kohlenstaubfeuerung, mit der in den letzten 5 Jahren in den V. S. Amerika 67 Kessel in 16 Kraftwerken mit einer Gesamtdampferzeugung von 10 000 t/h Dampf bei Kesseleinzelleistungen von 50 ··· 350 t/h ausgerüstet wurden. Die Asche wird im geschmolzenen Zustande am Boden angesammelt und periodisch in flüssiger Form abgezapft, was je Tag 1 bis 1¼ h erfordert. Ein Arbeiter kann dabei mehrere Kessel bedienen. Alle Kohlen — und es sind die meisten — mit einer Fließtemperatur unter 1370 ° C sind geeignet. Die Höhe der Brennkammer wird verringert, die Baukosten werden damit geringer. Die Wärmeentwicklung in der mit Wasserrohren ausgekleideten Kammer geht bis auf 400 000 kcal/m³/h. 40 ··· 50 % der in der Kohle enthaltenen Asche werden in dieser Brennkammer statt 10 ··· 15 % bei trockener Aschenentfernung angesammelt, wodurch die Flugasche erheblich verringert und Einrichtungen zu ihrer Entfernung aus den Rauchgasen verbilligt werden. Die Brenner sind neuerdings senkrecht in der Brennkammerdecke angeordnet und entsenden die Flamme gegen den Schlackenspiegel, so daß eine nahezu vollständige Verbrennung eintritt. Die Rauchgase enthalten weniger als 1 % Brennbares. Die meisten jüngeren Ausführungen haben einen flachen Brennkammerboden aus Blöcken aus weichem Eisen mit Aussparungen, die dicht zu Rohren für Wasserkühlung zusammengesetzt werden, an Stelle von ungekühlten Dolomitfluren, die bei Schlacke mit Eisensulfiden schnelle Zerstörung durch „Wachstum" zeigten. Bei der Neukonstruktion kann die Schlackenschicht auf wenige Zoll gegen 1½ ··· 2 Fuß beim Dolomitfußboden gehalten werden, so daß beim Abzapfen der Schlacke die nach unten sinkenden Eisensulfide mitabgezapft werden.

Beachtenswerte Angaben zur amerikanischen Elektrizitätswirtschaft sind dem Bericht von Orrok, New York, über „Wirtschaftliches von Wasserkraft gegen Dampfkraft" zu entnehmen. Nach sorgfältigen Schätzungen können nur $123 \cdot 10^9$ kWh im Jahr als höchstmögliche Leistung aus Wasserkraft in den V. S. Amerika zu einem 3 ··· 4mal größeren Baukostensatz als die äquivalente Leistung bei Dampfkraft angesetzt werden. Die Ausbaukosten der Wasserkraftanlagen werden heute auf 1200 ··· 2400 RM/kW geschätzt. Hierzu treten die Kosten für Fortleitung und Verteilung mit etwa 400 RM/kW. Zur Errechnung der Gesamtbetriebskosten bei Wasserkraft nimmt Orrok bei den festen Kosten 12,5 % für Zinsen, Abschreibung, Abgaben, Versicherung an, die reinen Betriebskosten im Werk zu etwa 11 RM/kW und Jahr, in der Fortleitung zu 8,40 RM/kW und Jahr. Die Kosten der Kilowattstunde hängen dann sehr vom Wasserabfluß und seiner Auswertung in Speicherung usw. ab. Im Wasserabfluß können im Laufe des Jahres Unterschiede bis zu 50 % auftreten. In einem trockenen Jahr können die Kosten je Kilowattstunde doppelt so hoch sein als in einem nassen Jahr. Die festen Kosten liegen zwischen 90 ··· 95 % der Gesamtkosten. Mit Dampfkraft werden in den V. S. Amerika erzeugt $125 \cdot 10^9$ kWh mit 48 206 000 kW, so daß der Lastfaktor unter 30 % liegt. Das hierzu erforderliche Brennmaterial sind etwa 218 Mill t, d. s. 36 % der Brennstofferzeugung. Viele der neueren und besseren Kraftwerke erzeugen die Elektrizität mit etwa 0,454 kg Kohle/kWh, während die besten Anlagen nur 3150 kcal = 0,41 kg Kohle gebrauchen. Sicher kann man aber Wärmewirkungsgrade zu 2770 kcal/kWh beim Grundlastwerk mit hohem Lastfaktor in naher Zukunft erwarten. Bei wohlfeiler Kohle, niedrigen Baukosten und gutem Lastfaktor liegen die Gesamtbetriebskosten in vielen Dampfanlagen unter 2,1 Pf/kWh, bei den besten sogar unter 1,25 Pf/kWh, was bei gleichem Lastfaktor für eine Wasseranlage ein zulässiges Höchstkapital von etwa 700 RM/kW ergibt. Bei den Dampfkraftanlagen tritt besonders die Wirkung des Lastfaktors auf die Betriebskosten in Erscheinung, wiewohl die festen Kosten für gewöhnlich nicht mehr als 45 % der Gesamtkosten betragen. Englische Fachleute teilen die Kosten bei Dampfbetrieb in 45 % feste Kosten, 45 % Brennstoff und 10 % andere Ausgaben. Die Baukosten der Dampfkraftwerke haben in den V. S. Amerika sehr geschwankt; diejenigen neuzeitlicher Kraftwerke in den letzten Jahren lagen zwischen etwa 485 und 300 RM/kW, im Durchschnitt bei 420 RM/kW. In diesem Fall sind die Kosten je kWh bei einem Lastfaktor von 30 %, 12,5 % feste Kosten auf das Kilowatt und auf 1 kWh 0,53 kg Kohle zum Preise von etwa 13 RM/t, 3,4 Pf. Die Dampfanlage ist noch nicht am Ende ihrer Entwicklung. Anderseits sind die Wasserkraftanlagen mit 92 ··· 94 % Wirkungsgrad nahezu auf dem Höhepunkt der Vervollkommnung. *Pge.*

Energiewirtschaft.

Die Elektrisierung der UdSSR[1] im Rahmen des zweiten Fünfjahresplanes. — Im Jahre 1920 wurde unter Mitwirkung Lenins der Plan „Goelro" (Generalplan der Elektrisierung der UdSSR) ausgearbeitet. Die nachstehende Tabelle[2] und die Mitteilung „Zur Statistik der Elektrizitätswerke der UdSSR"[3] kennzeichnen die Entwicklung der Elektrizitätswerke vom Jahre 1913 bis 1933.

Zum 1. Januar	Leistung der Überlandzentralen			Gesamte Leistung		
	in 1000 kW	prozentual zu 1913 %	Zunahme zum vorhergehenden Jahre %	in 1000 kW	prozentual zu 1913 %	prozentual zum vorhergehenden Jahre %
1913 . . .	169,8	100	—	1 009,7	100	—
1926 . . .	367,1	216	—	1 375,1	136,0	—
1927 . . .	456,3	268	24,1	1 528,3	151,0	11,0
1928 . . .	525,2	308	15,0	1 673,2	165,5	9,6
1929 . . .	626,4	368	19,3	1 874,5	186,0	12,0
1930 . . .	937,5	550	49,8	2 343,9	232,0	25,0
1931 . . .	1 478,6	869	57,8	2 954,0	292,0	26,0
1932 (Plan)	2 439,7	1 437	65,0	4 061,0	402,0	37,5
1933 (Plan)	3 150,0	1 855	29,1	5 600,0	555,0	37,9

Heute kann man den Plan „Goelro" als verwirklicht ansehen.

Im Mai 1931 fand in Moskau eine Konferenz statt, welche den neuen Generalplan für die nächsten 5 Jahre (1932 ··· 1937) und folgende Richtlinien für die Elektrisierung der UdSSR festgelegt hat[4].

Die großen Überlandzentralen müssen stets den Kern der Industrie-Kombinate[5] bilden und eine weitgehende Elektrisierung der Eisenbahnen, der Landwirtschaft und des Haushalts ermöglichen. Im Jahre 1937 muß die Gesamtleistung der Elektrizitätswerke, bei einer Benutzungsdauer von 5000 Stunden/Jahr, 22 Mill kW (5,6 Mill kW in 1932) und die von ihnen erzeugte Energie 100 Milliarden kWh betragen. Für die Erzeugung dieser Energiemenge müssen vorzugsweise lokale Brennstoffe, wie Kohle (54 %), Torf (15 %), Naphtha (5 %), Schiefer (2 %), Holz (2 %), Windkraft, Naturgas und insbesondere Wasserkraft (21 %), ausgenutzt werden. Es wird beabsichtigt, große Heizkraftwerke zu bauen, deren Leistung 45 % der Gesamtleistung der Dampfkraftwerke betragen soll. In den großen Überlandzentralen werden Aggregate von 100 000 ··· 150 000 kW zur Aufstellung kommen. Die bereits bestehenden und noch zu erbauenden Kraftwerke werden durch Hochspannungsleitungen von 110 bzw. 220 kV verbunden. Die Länge von 10 000 ··· 12 000 km Überlandleitungen für 220 kV und 36 000 km für 110 kV müssen bis zum Jahre 1937 fertiggestellt werden (Abb. 2). Der Bau einer Versuchsleitung für 380 kV wird geplant.

[1] ETZ 1929, S. 665 u. S. 705.
[2] „Sowjetwirtschaft und Außenhandel" 1932, Nr. 6, S. 20.
[3] ETZ 1932, S. 801.
[4] „Elektritschestwo" 1932, Nr. 12, S. 534, und „Sowjetwirtschaft" 1932, Heft 7, S. 21.
[5] Kombinatkonzern mit vertikalem Aufbau, d. h. vom Rohprodukt bis zum Fertigfabrikat.

Die Elektrisierung in den einzelnen Bezirken der UdSSR in bezug auf die Leistung der Elektrizitätswerke im Jahre 1937, ihre Triebkraft und die Art des Brennstoffes stellen sich wie folgt:

1. Bezirk Leningrad.

Industriezweige: Maschinenbau, Elektrotechnik, Metallwerke und Aluminiumerzeugung. Die Gesamtleistung der Elektrizitätswerke etwa 1,5 Mill kW (272 MW/1931), u. zw. 1 Mill kW Dampfkraftwerke (davon 500 MW Heizkraftwerke) und etwa 500 MW Wasserkraftwerke. Als Brennmaterial kommt hauptsächlich Torf in Betracht.

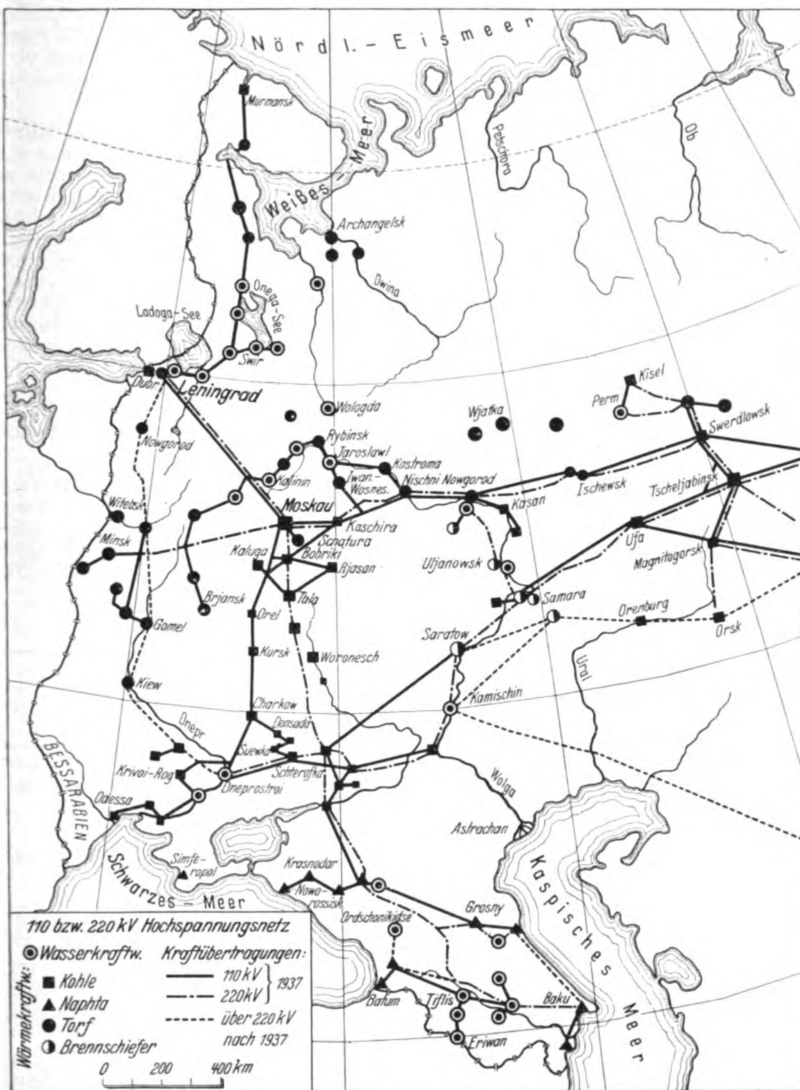


Abb. 2. Hochspannungsnetz (Entwurf für den 2. Fünfjahresplan.)

Bereits im Bau befindlich: das Wasserkraftwerk Swir II (100 MW) und das Dampfkraftwerk Dubrowka (über 200 MW).

2. Bezirk Moskau.

Industriezweige: Maschinenbau, Elektrotechnik, chemische Industrie und Landwirtschaft. Die Gesamtleistung der Elektrizitätswerke über 2 Mill kW (575 MW/1931), fast ausschließlich Dampfkraftwerke (davon 1,3 Mill kW Heizkraftwerke). Brennstoff: Torf und Moskauer Braunkohle.

3. Bezirk Nishny-Nowgorod.

Industriezweige: Automobilbau, Transportanlagen, Schiffbau, Werkzeugmaschinen und Dieselbau. Die Gesamtleistung der Elektrizitätswerke etwa 1,3 Mill kW (189 MW/1931). Hauptsächlich Wasserkraftwerke (ein Kraftwerk von den drei Wolga-Kraftwerken wird in der Nähe von Nishny-Nowgorod errichtet).

4. Bezirk Iwanowo-Wossnessensk.

Industriezweige: Textilindustrie, Bau von Textilmaschinen, Gummiindustrie. Die Gesamtleistung der Elektrizitätswerke 850 MW (200 MW/1931).

5. Bezirk Donbass.

Industriezweige: Bergbau, Eisenhüttenwesen, chemische Industrie, Aluminiumerzeugung, außerdem Landwirtschaft und Viehzucht. Die Gesamtleistung der Elektrizitätswerke 3,6 Mill kW, davon 700 MW Wasserkraftwerke (davon Dneprostroi 558 MW).

6. Bezirk Ural/Kusnetzk.

Industriezweige: Bergbau, chemische Industrie, Elektromaschinenbau, Traktorenwerke. Die Gesamtleistung der Elektrizitätswerke ist noch nicht festgelegt. Große Wasserkraftwerke, wie: Kama (400 MW), Tschusowskaja (100 ··· 150 MW), Biiskaja (50 ··· 100 MW) und Belaja (200 MW) sollen zur Ausführung kommen. Auch Dampfkraftwerke wie: Kiselstroi II (350 MW), Beresniki und Solikamsk (175 MW), Nishnytagilsk und Swerdlowsk zu je 200 MW sowie 3 Werke in der Nähe von Tscheljabinsk von einer Gesamtleistung von etwa 1,2 Mill kW sind geplant. Brennmaterial: Kusnetzky-Kohle und Tscheljabinsk-Braunkohle.

7. Bezirk Ostsibirien.

Während des zweiten Fünfjahresplanes werden Vorarbeiten für den Bau der Wasserkraftwerke auf den Flüssen Angara und Jenissey in Angriff genommen.

8. Große Wasserkraftwerke sind noch geplant:

a) an der Wolga in der Nähe von Kamischen (1,8 ··· 2 Mill kW), hauptsächlich für die Bewässerung der Landwirtschaft;
b) in Mittelasien in der Nähe von Tschirtschak (560 MW);
c) im Nordkaukasus ein Kraftwerk auf dem Flusse Sulak (250 MW).

9. Bezirk Nordkaukasus und Dagestan.

Die Gesamtleistung der Elektrizitätswerke etwa 1,5 Mill kW. Brennmaterial: Naphtha- und Gasquellen.

10. Auch im Norden und Westen der UdSSR werden Elektrizitätswerke von einer Gesamtleistung von etwa 500 ··· 600 MW geplant. Brennmaterial: Holz und Torf[6].

Dieser Plan darf nicht als endgültiger Plan angesehen werden. Die Zweckmäßigkeit einzelner Elektrizitätswerke wird noch stark umstritten, und die Fachkreise der UdSSR werden aufgefordert, in den Zeitschriften an dem aufgestellten Plan Kritik zu üben.

Es drängt sich unwillkürlich die Frage auf: welche Geldmittel werden erforderlich sein, um einen solchen Plan zu verwirklichen? Diese Frage wird im Artikel „Die Hauptfragen der Elektrisierung im Jahre 1932"[7], in welchem die Kosten der in den letzten Jahren gebauten Elektrizitätswerke, Maschinen und Turbinen in Tabellen zusammengestellt sind, teilweise beantwortet. Der Verfasser des Artikels sagt am Schluß desselben: „Aus diesen Tabellen ist zu ersehen, daß die Kosten des installierten Kilowatt in der UdSSR 2 ··· 3- und sogar 4mal größer sind als solche der amerikanischen bzw. europäischen Elektrizitätswerke". *T. S.*

AUS LETZTER ZEIT.

Oberschlesiens größte Talsperre. — Im nächsten Frühjahr wird die im Flußtal der Glatzer Neiße gelegene Talsperre von Ottmachau, die zur Aufspeicherung von Zuschußwasser für die Oder und daneben als Hochwasserschutz dienen soll, dem Betriebe übergeben werden. Der Beckeninhalt beträgt 143 Mill m³, das Kraftwerk enthält

[6] Der neue Elektrisierungsplan sieht eine starke Elektrisierung des Eisenbahnwesens vor. 1937 sollen 30 000 km elektrisiert sein. Davon entfallen 25 000 km auf Fernbahnen, 3000 km auf Vorort-Güterstrecken und 2000 km auf Personen-Vorortbahnen.

[7] „Elektrischestwo" 1932, H. 6, S. 318.

2 Kaplanturbinen für je 2720 PS. Jeder Generator ist mit einem Freiluftumspanner von 3200 kVA verbunden, der den Strom an das Überlandwerk Oberschlesien abgibt.

Die Einweihung der Saaletalsperre. — Die von der AG. Obere Saale Weimar erbaute Saaletalsperre wurde am Freitag, dem 2. XII. 1932, eingeweiht und ihrer Bestimmung übergeben. An den Feierlichkeiten nahmen eine große Zahl von Vertretern der Reichs-, preußischen, sächsischen und thüringischen Regierungsbehörden sowie Vertreter der beteiligten Ministerien, der Baufirma, Beamten und Arbeiter teil.

Nach einer kurzen Begrüßungsrede des Aufsichtsratsvorsitzenden Ministerialdirektor Prof. Dr. Rauch gab Ministerialrat Sommer einen kurzen Überblick über die wasserbaulichen Anlagen und Oberbaurat Kyser über die maschinentechnischen Einrichtungen. Mit einem Dank an die am Bau Beteiligten wurden die Anlagen dem Vertreter des Reichsverkehrsministeriums, Herrn Ministerialdirektor Dr. Gährs, zur Inbetriebsetzung übergeben. *Kyr.*

Das Schluchseewerk vor seiner Vollendung. — Nachdem der erste Teilabschnitt des Schluchseewerks[1] vor einiger Zeit in Betrieb genommen worden ist, steht diese größte deutsche Pumpspeicheranlage vor ihrer Vollendung. Das Speicherbecken hat einen Inhalt von 108 Mill m^3; die 4 Maschinensätze des zum ersten Teilausbau gehörigen Kraftwerks Häusern arbeiten mit 115 000 kW ins Netz.

Fortführung der Strecke München—Augsburg—Stuttgart. — Die Fortführung der Linie München—Augsburg—Stuttgart über Stuttgart hinaus bis nach Karlsruhe ist zwar auf lange Sicht von jeher geplant gewesen, von einer weiteren Bearbeitung dieser Pläne ist aber zur Zeit nichts bekannt. Der Grund dürfte in der mangelnden Rentabilität infolge zu großen Kostenaufwandes zu suchen sein.

Das elektrische Bahnnetz Italiens. — Der italienische Ministerrat hat für den Ausbau der Elektrisierung der Bahnen in den nächsten 4 Jahren 255,6 Mill RM bewilligt. Es sollen die beiden Längslinien Mailand—Reggio Calabria, einmal über Bologna—Florenz, dann die Meerstrecke über Genua, ferner die Querlinie Turin-Triest vollkommen elektrisch ausgebaut werden. Ebenso die Anschlußlinien zum Gotthard (Chiasso) und Simplon. Weiter ist geplant der Ausbau der Linie Tarviso-Triest, um diesem Hafen mehr Bedeutung für Mitteleuropa zu geben. Auch die Fortführung der bereits in Angriff genommenen Brennerlinie bis Bologna ist — wie die Linie Bologna—Ferrara—Padova — bereits in den Plan einbezogen. Wenn 1937 dieses großzügige Projekt durchgeführt sein wird, werden 41 % des Streckennetzes elektrisiert sein und sich auf diesem 60 % des Verkehrs abwickeln. *Rtz.*

Im Frühjahr 1933 werden die Arbeiten zum Bau der Strecken Bozen—Trient und Bozen—Meran[1] von der „Officine di Savigliano" aufgenommen werden. Es sind Transformatorenstellen in Bozen, Meran, Salurn und Lana vorgesehen. Im Jahre 1934 werden die Arbeiten voraussichtlich beendet werden.

Werner von Siemens. — Am 6. Dezember 1932 jährte sich zum 40. Male der Todestag von Werner v. Siemens. In dankbarer Erinnerung schaut die gesamte Fachwelt an diesem Tage zurück auf das rastlose Schaffen dieses einzigartigen Mannes, das unserem Zeitalter in so hohem Maße seinen Stempel aufgedrückt hat. Diese Erkenntnis fand bereits ihren Niederschlag in den vielfachen Ehrungen Werner von Siemens', durch Aufstellung seiner Büste oder Anbringung seiner Bildnisplakette an den Ehrenstätten der Technik. Seine hohen allgemein menschlichen Werte dürften jedoch auch eine weitergehende Ehrung durch eine Einreihung seiner Büste unter diejenigen der größten Deutschen in der Walhalla bei Regensburg rechtfertigen. Einen entsprechenden Antrag stellen die bayerischen Fachverbände an das hierfür zuständige Kultusministerium. *Dr. J.*

Die Elektrizität als Dienerin im Heim. — Im Vortragssaal des Hauses der Technik, Berlin, führt die AEG bis auf weiteres an jedem Donnerstag nachm. 5 h 30 m einen Film vor, der einen Einblick in den Tageslauf einer mit allen möglichen elektrischen Geräten versehenen Familie gestattet.

[1] Vgl. ETZ 1929, S. 267.

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 944.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Festabend des Elektrotechnischen Vereins

am Freitag, dem 6. Januar 1933.

Der in Heft 49 der ETZ angekündigte „Gesellschaftsabend" im Marmorsaal des Zoologischen Gartens am Freitag, dem 6. Januar 1933 wird folgende Form haben:

7½ Uhr: Versammlung der Gäste, zwanglose Begrüßung durch den Vorstand;

8—9 Uhr: Gemeinsames warmes Essen (an kleinen Tischen); hierauf Tanz.

Dunkler Anzug erbeten.

Der Preis der Teilnehmerkarte, die zur Entnahme des warmen Abendessens (ohne Getränk) berechtigt, beträgt 2,75 RM (einschl. 50 Pf zur Deckung allgemeiner Unkosten).

Gäste, die das Fest besuchen wollen (ab 9.30 abends), aber nicht an dem gemeinsamen Essen teilnehmen, haben ein Eintrittskarte zum Preise von 0,50 RM (zur Deckung allgemeiner Unkosten) zu lösen.

Die Karten sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, zu haben. Da mit einer Kartenausgabe am Festabend selbst nicht gerechnet werden kann, sind Bestellungen bis 3. Januar unter gleichzeitiger Einsendung oder Überweisung des Betrages auf Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302 an den Elektrotechnischen Verein zu richten.

Vorbestellungen auf Tische werden in der Geschäftsstelle des Vereins, in der ein Plan ausliegt, entgegengenommen werden.

Elektrotechnischer Verein
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin über das Thema: „Die heutigen Probleme der Astronomie".

1. 9. I. 1933:
   Dr. H. Kienle, ord. Professor an der Universität Göttingen.
2. 16. I. 1933:
   Der Aufbau des einzelnen Sternes.
   Die Zustandsgrößen des Sternes und ihre Bestimmung: Leuchtkraft, Temperatur, Masse, Durchmesser und mittlere Dichten der Sterne. Die Gesetze des Aufbaues eines Sternes: Das Innere des Sternes und seine Atmosphäre.
3. 23. I. 1933: Dr. W. Grotrian, a. o. Prof. an der Universtät Berlin, Professor am Astrophys. Observatorium (Potsdam):
   Die Sonne.
   Gesamtstrahlung, Solarkonstante, Temperatur, Photosphäre, Randverdunkelung, Granulation, Flecken, Fackeln; Fraunhofersches Spektrum, umkehrende Schicht, Ionisationstheorie, Verteilung der Elemente; Chromosphäre, Flashspektrum, Spektroheliogramme; Protuberanzen, Korona, Korpuscularstrahlen.
4. 30. I. 1933:
   Dr. E. F. Freundlich, Prof. am Astrophys. Observatorium, Leiter des Einstein-Instituts (Potsdam):
5. 6. II. 1933: Der Aufbau des Sternsystems:
   Die Art der den Weltraum erfüllenden Massen; ihre Verteilung im Raum. Die Messung der Abstände der Himmelskörper; die Geschwindigkeiten der Sterne in unserem näheren Sternsystem; ein Versuch der dynamischen Deutung der Strukturverhältnisse des Milchstraßensystems. Die Welt der Spiralnebel; der Aufbau der Welt als Ganzes.
6. 13. II. 1933: Dr. A. Kopff, o. ö. Prof. an der Friedrich-Wilhelm-Universität Berlin:
   Die Bedeutung astrometrischer Methoden für die heutige Astronomie.

Methoden der Bestimmung des Ortes und der Bewegung der Sterne, Sicherheit der Messungen, die systematischen Fehler der Beobachtung und der Einfluß auf die Ergebnisse der Untersuchungen über den Aufbau und die Bewegungsverhältnisse des Sternsystems.

7. 20. II. 1933: Dr. W. Grotrian, ao. Prof. an der Universität Berlin, Professor am Astrophys. Observatorium (Potsdam):
   Besondere Leuchtvorgänge im Weltraum.
   Die diffusen Nebel, die planetarischen Nebel, das Spektrum der Nebel, die Deutung der „Nebulium"-Linien, die Lichtanregung in den Nebeln, die Temperatur der Zentralsterne, die neuen Sterne, Lichtkurve, Bildung von Nebeln. Das interstellare Calcium, helle und dunkle Wolken. Kometen.
8. 27. II. 1933: Dr. P. ten Bruggencate, Privatdozent an der Universität Greifswald:
   Die Entwicklung der Sterne.
   Theoretischer Teil: Doppelsterne, Planetensystem; Bedeutung von Rotation und Gezeitenwirkung; Stabilität, Einfluß der Strahlung. — Empirischer Teil: Russel-Diagramme, Veränderliche Sterne, statistische Untersuchungen zum Alter der Sterne, Frage der Energiequellen.

Zeit: Montag abends pünktlich 6½—8 Uhr.

Ort: Großer Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule.

Teilnehmerkarten sind zu haben:

a) in der Technischen Hochschule, Hauptgebäude, H 235, 1. Stock;
b) im Elektrotechnischen Verein, Bln.-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II; Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins . 6 RM
b) für deutsche Studenten . . . . 3 „
c) für andere Teilnehmer . . . . 10 „

Karten für einzelne Vorträge werden nicht abgegeben.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bekanntmachung.
Ausschuß
für den elektrischen Sicherheitsgrad.

Die Deutsche Röntgengesellschaft hat gemeinsam mit dem Unterausschuß für Spannungsmessungen beim Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad einen Entwurf für „Regeln für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit der Kugelfunkenstrecke" ausgearbeitet, der nachstehend bekanntgegeben wird.

Einsprüche werden in dreifacher Ausfertigung bis zum 15. Februar 1933 an die Geschäftstelle des VDE, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, erbeten.

Verband Deutscher Elektrotechniker
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

Ausschuß für den elektrischen Sicherheitsgrad.
Entwurf I.

„Regeln für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit der Kugelfunkenstrecke".

(Mit einem Anhang: „Das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit kleinen Kugeln und mit der Spitzenfunkenstrecke".)

Inhaltsübersicht.

I. Gültigkeit.

§ 1.

Geltungsbeginn.

Diese Regeln treten am 1. Juli 1933 in Kraft.

§ 2.

Geltungsbereich.

Diese Regeln gelten für das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen (z. B. Oberspannungen von Röntgentransformatoren, Spannungen an Röntgenapparaten, Röntgenröhrenspannungen).

Diese Regeln gelten für konstante Gleichspannungen, pulsierende Gleichspannungen und Wechselspannungen bei Frequenzen bis 1000 Hz.

II. Begriffserklärungen.

§ 3.

Spannungsangaben.

Die Spannungsangaben bei pulsierendem Gleichstrom und bei Wechselstrom bedeuten in diesen Regeln Scheitelwerte. Die Spannungen werden in kV gemessen.

§ 4.

Röhrenspannung.

Unter (Röntgen-, Lenard-) Röhrenspannung wird die der Röhre aufgedrückte Spannung verstanden.

III. Bestimmungen.

§ 5.

Das Messen mit der Kugelfunkenstrecke.

Aus den Tafeln I und II ist ersichtlich, bis zu welchen Höchstwerten der zu messenden Spannung Funkenstrecken mit Kugeln von 5, 10, 15, 25 und 50 cm Durchm. verwendbar sind, wenn einer der beiden Pole, deren Spannungsdifferenz gemessen werden soll, geerdet ist oder wenn beide Pole gegen Erde isoliert sind.

Für Messungen in medizinischen Röntgenanlagen werden Funkenstrecken mit Kugeln von

5 cm Durchm. für Spannungen bis 30 kV
15 „ „ „ „ „ 200 „
25 „ „ „ „ „ 340 „
50 „ „ „ „ „ 640 „

empfohlen. Diese Spannungsgrenzen gelten, wenn die beiden Pole, zwischen denen die Spannung gemessen werden soll, gegen Erde isoliert sind; bei Erdung eines der Pole liegen die höchstzulässigen Spannungen etwa 25 % tiefer.

Für Messungen in medizinischen Röntgenanlagen genügt meist eine Funkenstrecke mit 15 cm Kugeldurchmesser. Mit einer solchen Funkenstrecke können die im Diagnostik- und Therapiebetrieb im allgemeinen vorkommenden Spannungen bis etwa 200 kV gemessen werden.

Bei den im Therapiebetrieb vorkommenden Spannungen zwischen 200 und 340 kV bzw. zwischen 340 und 640 kV muß zur Messung eine Funkenstrecke mit 25 cm bzw. 50 cm Kugeldurchmesser verwendet werden. Diese Funkenstrecken eignen sich aber auch zum Messen der niedrigeren Spannungen.

Für Messungen an Grenzstrahlapparaten empfiehlt es sich, eine Funkenstrecke mit 5 cm Kugeldurchmesser zu wählen (vgl. auch Anhang).

§ 6.

Beschaffenheit und Anordnung der Kugeln.

Für den Aufbau einer Kugelfunkenstrecke sind folgende Einzelheiten zu beachten:

Die Kugeln sollen tunlichst aus Kupfer bestehen, ihre Oberfläche soll poliert sein. Der Kugeldurchmesser soll vom Sollwert um nicht mehr als 1 % abweichen. Die sphärischen Abweichungen der Kugeloberfläche an den einander zugewendeten Seiten dürfen 1 % vom Sollwert nicht überschreiten. Der Kugelschaft soll glatt sein und ohne Verdickung in die Kugeln eintreten; sein Durchmesser soll etwa 10 % des Kugeldurchmessers betragen.

Die Führung des Kugelschaftes soll von der Kugel mindestens um den Kugeldurchmesser entfernt sein. Die Kugeln sollen von benachbarten leitenden oder nicht leitenden Körpern mindestens um das 2½-fache des Kugeldurchmessers entfernt sein. Sprühende Leiter, insbesondere Zuleitungen, die an der Funkenstrecke vorbeigeführt werden müssen, sollen mindestens um das 5-fache des Kugeldurchmessers von den Kugeln abstehen.

§ 7.

Vorwiderstände.

Bei Spannungsmessungen mit der Kugelfunkenstrecke sollen induktionsfreie Dämpfungswiderstände vor die Funkenstrecke geschaltet werden. Bei Induktorapparaten soll auf Vorwiderstände verzichtet werden.

Der gesamte Vorwiderstand soll bei niederfrequenter Wechselspannung (bis 100 Hz) oder bei zwischen Null und dem Scheitelwert niederfrequent pulsierender Gleichspannung 20 ··· 50 Ω, bei Gleichspannung mit kleiner Wechselkomponente 25 ··· 75 Ω je V betragen. Bei Frequenzen von 100 ··· 1000 Hz soll der Vorwiderstand gegenüber dem bei 100 Hz zu wählenden im umgekehrten Verhältnis der Frequenzen kleiner sein.

Ist kein Punkt oder der Mittelpunkt des Oberspannungssystems, zwischen dessen Polen die Spannung gemessen werden soll, geerdet, so ist vor jede Funkenstrecken-Elektrode die Hälfte des Vorwiderstandes zu legen. Bei Erdung des einen Pols ist der gesamte Vorwiderstand vor die ungeerdete Funkenstrecken-Elektrode zu legen.

Die Verbindungsleitungen zwischen den Vorwiderständen und den Funkenstrecken-Elektroden sollen möglichst kurz und so beschaffen sein, daß sie nicht sprühen.

§ 8.

Schaltung.

Wird die Röhre mit Wechselspannung betrieben (also an einem Halbwellenapparat ohne Vorschaltung eines Ventils oder Gleichrichters), so muß der Kugelfunkenstrecke, um zu richtigen Meßwerten zu gelangen, eine Ventilröhre vorgeschaltet werden. Diese muß die Spannung in der Leer-Halbperiode mit Sicherheit abdrosseln können. In Abb. 1 ist eine schematische Darstellung der Anordnung gegeben.

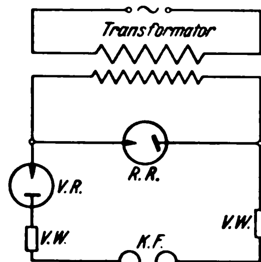


Abb. 1. Kugelfunkenstrecke an Halbwellenapparat.

Wird zur Spannungsmessung eine Ventilröhre benutzt, deren Glühkathode nicht durch einen metallischen Schutzmantel nach außen, d. h. gegen die Wirkung des Erdfeldes abgeschirmt ist, so muß ihre Kathode mit dem einen Pol des Halbwellenapparates verbunden sein.

Läge die Anode der Ventilröhre am einen Pol und demzufolge die Glühkathode der Röntgenröhre am anderen Pol des Röntgentransformators, so könnte in der Ventilröhre ein beträchtlicher Spannungsabfall in der Last-Halbperiode auftreten und demzufolge die Röhrenspannung durch die Kugelfunkenstrecke zu niedrig gemessen werden.

Bei Messungen mit Funkenstrecken soll die Spannungsverteilung stets definiert sein. Entweder soll die Spannungsverteilung an den beiden Klemmen symmetrisch gegen Erde, oder die eine der beiden Elektroden geerdet sein.

Bei Röntgenapparaten, bei denen kein Punkt des Hochspannungssystems geerdet ist, liegt keine Gewähr dafür vor, daß die Spannungsverteilung an den beiden Klemmen des Röntgenapparates oder an der angeschlossenen Röhre symmetrisch ist. Da die Mitte des Oberspannungssystems im allgemeinen nicht geerdet werden kann oder darf, so kann die symmetrische Spannungsverteilung selbst für die Dauer der Messung im allgemeinen nicht herbeigeführt werden.

Bei Halbwellenapparaten, bei denen zur Ermittlung der Röhrenspannung innerhalb der Last-Halbperiode der Kugelfunkenstrecke eine Ventilröhre vorgeschaltet ist, wird, auch wenn im normalen Betriebszustande eine symmetrische Spannungsverteilung herrscht, durch das Vorschalten der Ventilröhre eine Asymmetrie herbeigeführt.

Bei unsymmetrischer Spannungsverteilung kann die bei symmetrischer Spannungsverteilung erzielbare Meßgenauigkeit nicht verlangt werden. Der Maximalfehler infolge unsymmetrischer Spannungsverteilung ist im allgemeinen nicht größer als die Differenz der Spannungswerte für einpolig geerdete Kugeln und für beiderseitig isolierte Kugeln.

§ 9.

Vornahme der Messungen.

Im Betrieb entstandene Aufrauhungen der Elektroden sind mit feinstem Schmirgelpapier (000) zu beseitigen.

Vor Gebrauch der Kugelfunkenstrecke sind die Elektroden von Staub und Putzmittelrückständen zu befreien. Mindestens fünf Überschläge bei Spannungen, die höher als die voraussichtlich zu messenden liegen, dienen dazu, anhaftende Teilchen, die das Feld stören, wegzubrennen. Nach jeder Meßpause von mehr als zwei Stunden Dauer ist das Einbrennen durch fünf Überschläge zu wiederholen. Diese ersten Meßwerte werden für die Auswertung der Spannungsmessung nicht benutzt. Maßgebend ist nach dem Einbrennen das Mittel aus je fünf Meßwerten.

Für die Messung bestehen zwei Verfahren:

1. die Elektroden der Kugelfunkenstrecke werden bei der konstant gehaltenen, zu messenden Spannung langsam bis zum Überschlag einander genähert,
2. die Spannung wird bei konstanter Schlagweite bis zum Überschlag gesteigert.

Die erste Methode liefert im allgemeinen genauere Meßwerte als die zweite. Es empfiehlt sich deshalb, vom ersten Verfahren Gebrauch zu machen. Beim Annähern der Elektroden soll die Geschwindigkeit der Bewegung 2 mm/s nicht überschreiten, sobald die Elektroden bereits auf 110 % der voraussichtlich der Röhrenspannung entsprechenden Funkenschlagweite einander genähert worden sind. Das Annähern der Elektroden soll stetig erfolgen.

Bei feststehenden Funkenstrecken-Elektroden und Spannungsregelung soll die Spannungssteigerung von dem Zeitpunkt ab, in dem die Röhrenspannung 80 % der voraussichtlichen Überschlagspannung der Funkenstrecke erreicht hat, bis zum Eintreten des Überschlages nicht schneller als in einer halben Minute erfolgen. Die Spannungssteigerung soll möglichst gleichmäßig erfolgen. Die Höhe der Spannungsstufen soll ½ % der zu messenden Spannung möglichst nicht überschreiten.

Um die Elektroden vor unnötigem Abbrand zu schützen, empfiehlt es sich, entweder die Elektroden rasch auseinanderzuziehen oder die Spannung so weit zu erniedrigen, daß kein Überschlag mehr erfolgen kann.

Bei der Messung von Scheitelspannungen unter 40 kV empfiehlt es sich, den Entladeverzug durch Ionisierung der Funkenstrecke zu beseitigen, z. B. durch Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen, Röntgenstrahlen oder Strahlen radioaktiver Präparate.

§ 10.

Meßwerte.

In Tafel I und II sind die Scheitelwerte der Überschlagspannung in kV in Abhängigkeit von der Schlagweite angegeben, u. zw. sowohl für symmetrische Spannungsverteilung wie für einpolige Erdung der Funkenstrecke[1].

Bei Messungen mit der Kugelfunkenstrecke ist eine Genauigkeit von ± 2 % erzielbar, wenn die oben angegebenen Meßbedingungen eingehalten werden[2].

Die Überschlagspannung der Kugelfunkenstrecke ist von der relativen Luftdichte δ abhängig. Diese kann als proportional dem Luftdruck b und umgekehrt proportional der absoluten Temperatur $(273 + t)$ ° angesehen werden.

Es sei U die Überschlagspannung, die bei der abgelesenen Schlagweite s aus der Tafel I für 760 mm Hg und 20 ° entnommen wurde und U' die tatsächliche Überschlagspannung bei b mm Hg und t °. Dann ist $U' = \delta \cdot U$.

Tafel III enthält die Werte der relativen Luftdichte δ in Abhängigkeit vom Barometerstand b und der Temperatur t. Um die tatsächliche Überschlagspannung zu erhalten, hat man den aus den Tafeln I und II entnommenen Wert der Überschlagspannung U mit dem zugehörigen Wert δ nach Tafel III zu multiplizieren.

[1] Es ist beabsichtigt, in der endgültigen Fassung dieser Regeln außer den Zahlentafeln die Überschlagspannungen abhängig von der Schlagweite graphisch darzustellen.

[2] In den Tafeln sind die Werte, bei denen eine noch geringere Meßgenauigkeit zu erwarten ist, klein gedruckt.

Tafel I. Überschlagspannungen *U* (Scheitelwerte) einer Funkenstrecke mit 5 cm Kugeldurchmesser bei 20 ° und 760 mm Hg Luftdruck.

Schlagweite *s* mm	Eine Kugel geerdet kV	Beide Kugeln isoliert kV
1,0	4,6	4,6
1,5	6,3	6,3
2,0	8,0	8,0
2,5	9,6	9,6
3,0	11,2	11,2
3,5	12,8	12,8
4,0	14,3	14,3
4,5	15,8	15,8
5,0	17,4	17,4
6,0	20,6	20,6
7,0	23,7	23,7
8,0	26,8	26,8
9,0	29,7	29,8
10,0	32,6	32,7
15,0	45,6	46,1
20,0	56,6	57,9

Tafel IV. Überschlagspannungen *U* (Scheitelwerte) einer Kugel von 2 cm Dmr. bei 20 ° und 760 mm Hg Luftdruck.

Schlagweite *s* mm	Eine Kugel geerdet kV	Beide Kugeln isoliert kV
0,5	2,9	2,9
1,0	4,7	4,7
1,5	6,4	6,4
2,0	8,1	8,1
2,5	9,8	9,8
3,0	11,4	11,4
3,5	13,0	13,0
4,0	14,6	14,6
4,5	16,2	16,2
5,0	17,7	17,7
6,0	20,7	20,7
7,0	23,5	23,5
8,0	26,1	26,1
9,0	28,5	28,6
10,0	30,6	30,9

Tafel II. Überschlagspannungen *U* (Scheitelwerte) von Funkenstrecken mit 10, 15, 25, 50 cm Kugeldurchmesser bei 20 ° und 760 mm Hg Luftdruck[3].

Kugeldurchmesser cm	10		15		25		50	
Schlagweite *s* cm	Eine Kugel geerdet kV	Beide Kugeln isoliert kV	Eine Kugel geerdet kV	Beide Kugeln isoliert kV	Eine Kugel geerdet kV	Beide Kugeln isoliert kV	Eine Kugel geerdet kV	Beide Kugeln isoliert kV
0,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
1,0	32,2	32,2	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0	32,0
1,5	46,7	46,8	46,5	46,6	46,0	46,0	46,0	46,0
2,0	60,2	60,5	60,7	60,8	60,5	60,5	60,0	60,0
2,5	72,8	73,3	74,2	74,5	74,7	74,8	74,0	74,0
3,0	84,1	85,4	87,3	87,5	88,5	88,7	88,0	88,0
4,0	105	107	111	112	115	115	116	116
5,0	122	127	133	135	140	141	143	143
6,0		144	151	155	164	165	170	170
7,0			168	174	186	187	196	196
8,0				193	207	209	221	222
9,0				208	226	230	245	246
10,0				223	243	249	269	270
12,0					276	285	315	316
14,0					304	319	358	361
16,0						349	397	402
18,0						376	434	441
20,0							468	479
25,0							544	565
30,0								642
35,0								710

Tafel III. Werte der relativen Luftdichte.
Barometerstand *b* mm Hg.

Temp. *t* °	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	775
0	1,015	1,023	1,029	1,037	1,045	1,051	1,058	1,065	1,072	1,079	1,086	1,093
2	1,008	1,015	1,023	1,029	1,037	1,044	1,051	1,056	1,064	1,071	1,078	1,086
4	1,001	1,008	1,015	1,022	1,028	1,036	1,043	1,049	1,056	1,063	1,071	1,078
6	0,996	1,001	1,008	1,015	1,022	1,028	1,036	1,043	1,049	1,056	1,063	1,071
8	0,989	0,995	1,000	1,008	1,014	1,021	1,027	1,035	1,042	1,048	1,055	1,063
10	0,981	0,989	0,995	1,000	1,008	1,014	1,021	1,027	1,035	1,041	1,048	1,055
12	0,974	0,981	0,989	0,995	1,000	1,008	1,014	1,021	1,027	1,034	1,041	1,048
14	0,967	0,974	0,981	0,989	0,995	1,000	1,007	1,013	1,021	1,026	1,034	1,041
16	0,961	0,967	0,974	0,981	0,989	0,995	1,000	1,007	1,013	1,020	1,026	1,034
18	0,954	0,961	0,967	0,974	0,981	0,989	0,994	1,000	1,007	1,012	1,020	1,026
20	0,947	0,954	0,961	0,967	0,974	0,981	0,988	0,994	1,000	1,006	1,012	1,020
22	0,942	0,947	0,954	0,961	0,967	0,974	0,981	0,988	0,994	1,000	1,005	1,012
24	0,935	0,942	0,948	0,954	0,961	0,967	0,974	0,981	0,988	0,994	0,999	1,005
26	0,928	0,936	0,942	0,948	0,954	0,961	0,967	0,974	0,980	0,988	0,994	0,999
28	0,922	0,928	0,936	0,942	0,948	0,954	0,961	0,967	0,974	0,980	0,988	0,994
30	0,917	0,922	0,928	0,936	0,942	0,948	0,954	0,961	0,967	0,974	0,980	0,988
32	0,910	0,917	0,922	0,929	0,936	0,943	0,948	0,954	0,961	0,967	0,974	0,980

Anhang.

Das Messen von Spannungen in Röntgenanlagen mit kleinen Kugeln und mit der Spitzenfunkenstrecke.

a) Kleine Kugeln.

Zur Messung von Spannungen bis 30 kV kommt außer der Funkenstrecke mit 5 cm-Kugeln (siehe § 5) auch die Verwendung von 2 cm-Kugeln in Betracht. Allerdings ist bei diesen Kugelgrößen nur etwa ± 5 % Meßgenauigkeit erzielbar, wenn die vorstehend genannten Meßbedingungen (besonders § 7) eingehalten sind. Als Elektroden können handelsübliche Stahlkugeln für Kugellager benutzt werden.

In Tafel IV sind die Scheitelwerte der Überschlagspannungen in kV abhängig von der Schlagweite für 20 ° und 760 mm Hg angegeben. Für andere Werte von Luftdruck und Temperatur gelten wieder die Umrechnungswerte der Tafel III.

b) Spitzenfunkenstrecke.

Bei Röntgenapparaten mit Funkenstrecken im Oberspannungskreise (beispielsweise umlaufendem Stromschließer oder umlaufendem Hochspannungs-Gleichrichter), ist das Messen der Röhrenspannung mit Spitzen-

[3] Bei der Trennungslinie der Werte für kleine Schlagweiten von denen bei größeren Schlagweiten ändert sich das Gesetz der Funkenbildung, so daß hier die Messung besonders unsicher wird.

elektroden (Spitzenfunkenstrecken) dem mit der Kugelfunkenstrecke vorzuziehen.

Der Öffnungswinkel der Spitzenelektroden soll 25°...40° betragen. Die Elektrodenenden sollen stumpf abgefeilt sein.

Zu genauen Spannungsmessungen sind Spitzenfunkenstrecken nicht geeignet, weil bei ihnen die Meßwerte sehr stark von der Luftfeuchtigkeit, der Elektrodenform und der Form der Spannungkurve abhängen; zu Messungen unter etwa 20 cm Schlagweite soll man Spitzenfunkenstrecken überhaupt nicht verwenden, weil sonst die Ungenauigkeit zu groß wird.

In Tafel V sind für die Spitzenfunkenstrecken bei 20 °C, 760 mm Hg und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit die Überschlagspannungen abhängig von der Schlagweite aufgetragen. Die Ablesegenauigkeit dieser Tafel ist größer als die erzielbare Meßgenauigkeit, die bei symmetrischer Spannungsverteilung etwa ±5 % beträgt.

Tafel V. Überschlagspannungen U (Scheitelwerte) von Spitzen-Funkenstrecken bei 20 °C und 760 mm Hg[4].

Schlagweite s cm	Überschlag-spannung U kV	Schlagweite s cm	Überschlag-spannung U kV
20	110	40	205
25	134	45	229
30	158	50	253
35	181	55	276

[4] Der Zusammenhang zwischen Überschlagspannung U und Schlagweite s bei einer Spitzenfunkenstrecke gemäß Tafel V läßt sich durch die gerade Linie $U = 15{,}4 + 4{,}74\,s$ darstellen. Diese Formel kann zur Interpolation und zur Berechnung von s aus U dienen.

Verband Deutscher Elektrotechniker.
Der Generalsekretär:
P. Schirp.

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Gesellschaft Hannover. 20. XII. 1932, abds. 8h, Hörsaal 42 des El. Inst. der T. H.: Vortrag Dr.-Ing. Lesch, „Neuzeitl. Elektrifizierung von Zementfabriken".

Elektrotechn. Gesellschaft Magdeburg. 17. XII. 1932, abds. 8 h, Reichshalle: 33. Stiftungsfest mit Weihnachtsfeier.

Pomm. Elektrotechn. Verein, Stettin. 16. XII. 1932, abds. 8¼ h, Konzerthaus: Vortrag Dipl.-Ing. Happold, „Mittel zur Verbess. des cos φ unter bes. Berücks. der statischen Kondensatoren".

Württ. Elektrotechn. Verein, Stuttgart. 17. XII. 1932, nachm. gegen 6½ h: Rundfunkvortrag über Sender Mühlacker von Dir. L. Kittler, „Welche Umstände sind für die Höhe des Strompreises entscheidend?"

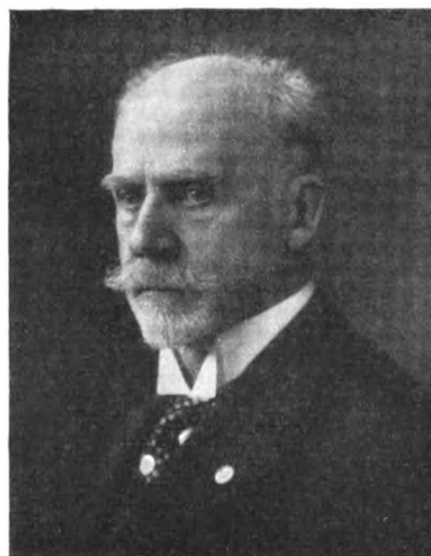
PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

G. de Thierry.

Der Vorsitzende des Deutschen Verbandes Technisch-Wissenschaftlicher Vereine, Vorsitzender, Vorstandsmitglied, Mitarbeiter, Mitglied zahlreicher deutscher, ausländischer und internationaler technischer Organisationen, Geh. Baurat Prof. Dr.-Ing. E. h. George de Thierry vollendet am 17. Dezember d. J. sein 70. Lebensjahr. Er ist immer noch der jugendlich frische, liebenswürdige und dabei doch energische, kampffrohe Leiter von Versammlungen, der unermüdliche Betreuer der von ihm geschaffenen oder geführten Institutionen, ein Weltenwanderer, dem es immer noch nichts ausmacht, im Interesse von Technik und Wissenschaft wochen- und monatelang von Land zu Land zu reisen und dort — mächtig aller europäischen Kultursprachen — für die deutsche Sache einzutreten.

G. de Thierry wurde am 17. XII. 1862 in Genua als Sohn des britischen Vizekonsuls Henry de Thierry geboren. Sein Studium absolvierte er an der Eidgen. Technischen Hochschule Zürich und an der Technischen Hochschule Dresden. Die Praxis führt ihn zunächst nach Bremen; er arbeitet in der Zeit von 1886 bis 1898 an der Weserregulierung mit, an Hafenbauten, ist zuletzt Chefingenieur der Stadt Bremen, wird bereits im Jahre 1898 vom Institute of Civil-Engineers, London, mit der Goldenen Telford-Medaille ausgezeichnet und ist dann 5 Jahre lang Assistent des Oberbaudirektors Dr.-Ing. E. h. Ludwig Franzius, Bremen, der ihm ein väterlicher Freund und Führer wurde. Im Sinne dieses Altmeisters deutscher Hafenbaukunst baute de Thierry seine weitere wissenschaftliche Tätigkeit aus. 1903 übernahm er die Professur für Hafen-, Kanal- und Wasserbau an der T. H. Berlin, an der er fast 30 Jahre — in den Kriegsjahren 1915 und 1916 auch als Rektor — wirkte. Der frühen ungewöhnlichen Ehrung durch das Institute of Civil Engineers schlossen sich viele andere an: 1900 erhielt er die Silberne Medaille auf der Internationalen Ausstellung in Paris, 1922 ernannte ihn die T. H. Karlsruhe zum Ehrendoktor, im gleichen Jahre wurde er Ehrenmitglied des Königlichen Niederländischen Instituts van Ingenieurs im Haag, 1930 Ehrenbürger der T. H. Berlin und 1931 Ehrenmitglied des Vereines deutscher Ingenieure. Parallel mit der rein wissenschaftlichen und Lehrtätigkeit ging eine überaus rege Anteilnahme am Ausbau der technisch-wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Gemeinschaftsarbeit. Von 1900 bis 1914 war er Mitglied der Internationalen Kommission der Suez-Kanal Co., seit 1905 gehörte er dem Internationalen Ständigen Verband der Schiffahrtskongresse an. 1912 wurde er stellv. Vorsitzender des Zentralvereins für deutsche Binnenschiffahrt, 1914 Vorsitzender der Hafenbau-



G. de Thierry.

technischen Gesellschaft, 1926 Vorsitzender des Deutschen Verbandes Technisch-Wissenschaftlicher Vereine und stellv. Vorsitzender des Deutschen Nationalen Komitees der Weltkraftkonferenz, 1927 stellv. Vorsitzender des Vereins deutscher Ingenieure, 1928 Vorstandsmitglied des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, 1929 stellv. Vorsitzender der Internationalen Talsperrenkommission und 1930 Mitglied des Stiftungsrates der Siemens-Ring-Stiftung. Mit Ausnahme des stellv. Vorsitzes im Verein deutscher Ingenieure und des Vorstandsamtes im Verband Deutscher Elektrotechniker, für die zwangsweise satzungsmäßig ein Wechsel vorgeschrieben ist, hat Geheimrat de Thierry alle diese wichtigen Ehrenämter heute noch inne. Wie oft hat er den Versuch gemacht und die von ihm betreuten Gesellschaften gebeten, einen andern mit der Leitung zu betrauen! Es gab niemals einen „Jüngeren", einen Besseren. Unter seiner Führung hat die technisch-wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit in Deutschland einen in der ganzen Welt beachteten Aufschwung genommen. Zu bewundern ist, daß Geheimrat de Thierry trotz solcher Arbeitslast noch Zeit findet, seine Kraft auch in den Dienst der Wohltätigkeit zu stellen; bekannt sind seine Bestrebungen und die seiner Gattin zum Wohle der studierenden und der beschäftigungslosen technischen Jugend.

Es ist der aufrichtige Wunsch aller durch dieses große gemeinsame Ziel miteinander verbundenen Organisationen und Personen, daß Geheimrat de Thierry noch viele, viele Jahre dieser Arbeit, der deutschen Technik und Wirtschaft und damit unserm Vaterlande in alter Gesundheit und Frische erhalten bleiben möge. *Fg.*

Hochschulnachrichten. — Dr.-Ing. Wolfgang Holzer ist als Assistent von Hofrat Prof. Dr. Durig für das Physiologische Institut der Universität Wien gewonnen worden mit der besonderen Aufgabe, die technisch-physikalische Arbeitsmethodik für physiologische Probleme und den damit zusammenhängenden medizinischen Apparatebau nutzbar zu machen.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Vergleich eines elektrischen Herdes mit einem Kohleherd.

Als Veranlassung für seine Untersuchungen gibt der Verfasser des in ETZ 1932, S. 1033, erschienenen Aufsatzes an, er begegne bei den Hausfrauen sehr oft der Meinung, daß das Anheizen der elektrischen Kochplatten im Vergleich mit dem Kohleherd zu lange Zeit in Anspruch nehme. Ich kann mir, offen gestanden, nicht vorstellen, daß eine Hausfrau ernstlich der Meinung ist, das Anheizen dauere, jeweils vom kalten Zustand aus, bei der elektrischen Kochplatte länger als bei einem Kohleherd. Wenn die Hausfrau eine solche Ansicht äußert, dann geht sie bestimmt von ihrem praktischen Standpunkt aus und vergleicht Elektroherd und Kohleherd im Dauerbetrieb. Wenn sie auf dem Kohleherd kocht, so wird sie ihn tagsüber gewöhnlich unter Feuer halten, d. h. also nur einmal oder höchstens zweimal am Tage anheizen, so daß beim Aufsetzen eines einzelnen Gerichtes das Anheizen vom kalten Zustand aus nicht in Frage kommt. Wozu also Untersuchungen nach verkehrter Richtung? Es sei deshalb auch nicht auf Einzelheiten der Versuchsdurchführung u. dgl. eingegangen.

Der einzig richtige Weg wäre ein Vergleich im praktischen Dauerbetrieb gewesen, auf den der Verfasser aber nur in einem kurzen Abschnitt und mit für die Praxis wenig sagenden Zahlenvergleichen eingeht. Man könnte die ganze Angelegenheit überhaupt auf sich beruhen lassen, wenn nicht der Verfasser in diesem Abschnitt auch so nebenbei in Klammer als Äquivalenzziffer zwischen Gas und Elektrizität 1 : 4 angäbe. Das wirft die Frage auf, ob etwa dem Verfasser der längst geführte Nachweis nicht bekannt geworden ist, daß diese Ziffer auf das Kochen bezogen (und darauf bezieht sich ja im wesentlichen der Artikel) der Praxis nicht entspricht. Die von der Vereinigung der Elektrizitätswerke durch umfangreiche Erhebungen für das reine Kochen ermittelte Äquivalenzziffer von 1 : 2 ··· 2,5 ist durch die Praxis immer wieder bestätigt worden. Die Angaben des Verfassers über die Äquivalenz Kohle—Elektrizität (1 : 5) sind ebenso unvereinbar mit praktischen Erfahrungen, ihre Begründung mit einem Kohle-Ausnutzungsgrad von 50 ··· 60 % ist nicht weniger fragwürdig als der behauptete „Nutzeffekt bei elektrischen Heizungen" (?) von „annähernd 100 %". Den tatsächlichen Verhältnissen haben die Elektrizitätswerke dadurch Rechnung getragen, daß sie Kochstrompreise von durchschnittlich 10 Pf gewähren, bei denen sich das elektrische Kochen in allen Gegenden Deutschlands und in allen Bevölkerungskreisen gut eingeführt hat.

Berlin, 14. XI. 1932. Dipl.-Ing. Ernst Dittler.

Hierzu teilt uns der Verfasser des Aufsatzes folgendes mit:

Die Ausführungen des Herrn DITTLER erwecken den Anschein, daß er in bezug auf die Werbung, im Gegensatz zum Verfasser, der schon mehr als 100 elektrische Küchen aufgestellt hat, nicht an der Front steht. Er kennt also offenbar nicht die vielfachen Befürchtungen der Hausfrauen, die beispielsweise dem Verfasser des Aufsatzes „Zeitstudie zwischen einem elektrischen Herd und einem Kohleherd" täglich vorgetragen werden. Gerade durch die einfache graphische Darstellung der vergleichenden Temperaturkurven hat der Verfasser es stets verstanden, die geschilderten Einwände von seiten der Hausfrau zu zerstreuen, und diese zum Kauf eines elektrischen Herdes zu veranlassen.

Die Angaben des Herrn DITTLER, hinsichtlich der Äquivalenzziffern 1 : 2 ··· 1 : 2,5 (Gas und Elektrizität) stützen sich wahrscheinlich auf die günstigsten Erfahrungswerte, ermittelt aus den monatlichen Stromverbräuchen einzelner Haushaltungen, welche aus den verschiedensten Gründen aber keine Allgemeingültigkeit haben können. Unter günstigsten Voraussetzungen mögen die Ziffern erreichbar sein.

Der Verfasser hält es daher nicht für opportun, im Rahmen der vorliegenden Zeitschrift hierüber einen Meinungstreit herbeizuführen, zumal dies nicht der Zweck seines Aufsatzes ist, der lediglich einen werbetechnischen Wert haben soll. Nur unter diesen Gesichtspunkten möchte er ihn auch verstanden wissen.

LITERATUR.

Besprechungen.

Prüfung elektrischer Maschinen und Transformatoren. Von F. Weickert. 6. vollständ. neubearb. u. erw. Aufl. Mit 146 Abb., VII u. 214 S. in 8⁰. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1931. Preis kart. 7,20 RM.

Mit der neuen Auflage seines bekannten Handbüchleins hat der Verfasser der technischen Weiterentwicklung der letzten Jahre in begrüßenswerter Weise Rechnung getragen. Neu aufgenommen sind u. a. die Kapitel über kompensierte Drehstrommotoren, Einankerumformer und Quecksilberdampf-Glasgleichrichter, ferner über Trocknung von Maschinen und Transformatoren. Den Prüfanleitungen sind die letzten VDE-Vorschriften zugrunde gelegt; auch die Schaltbilder und Klemmenbezeichnungen entsprechen dem neuesten Stande. Theoretische Erörterungen sind wie in den älteren Auflagen vermieden und an deren Stelle anschauliche Erklärungen der elektrischen Vorgänge und zahlreiche Beispiele gesetzt. Das Werkchen ist daher vorzüglich dazu geeignet, dem vorwärtsstrebenden Praktiker ferner liegende Gebiete näher zu bringen.

R. Küchler.

Kolloidwissenschaft, Elektrotechnik und heterogene Katalyse. Von Prof. Dr. Wo. Ostwald. (Sonderausg. aus den Kolloidchemischen Beiheften.) Mit 63 Abb., zahlr. Tab. u. 113 S. in 8⁰. Verlag Theodor Steinkopff, Dresden u. Leipzig 1930. Preis geh. 5 RM.

Das Büchlein ist aus zwei Vorträgen entstanden, einem im Siemenskonzern und einem im Leunawerk. Der Verfasser beschlagnahmt alle Dinge, deren Größe innerhalb 1 millionstel und 1 zehntausendstel Millimeter liegt, für seine „Kolloidik" oder „Dispersoidik". Er zeigt, wie gerade in diesem Gebiete viele Erscheinungen auftreten, die wissenschaftlich und technisch wertvoll sind. Z. B. spielen dünne Häutchen (und Haarröhrchen) bei den Isolierstoffen, bei den Gleichrichtern, bei den Photozellen eine wichtige Rolle. Bei den Katalysatoren, z. B. denen, welche im Leunawerk die Vereinigung von Stickstoff und Wasserstoff zu Ammoniak beschleunigen, hängt die Wirksamkeit mit der sehr feinen Zerteilung innig zusammen. Mancher hübsche Ausblick wird eröffnet; nicht selten aber gipfelt die Einordnung in der Schaffung neuer Fachausdrücke, die bald ein besonderes kolloidchemisches Wörterbuch notwendig machen werden.

Jedenfalls lohnt es, die gewandten Auseinandersetzungen des begeisterten Kolloidforschers aufmerksam zu lesen.

K. Arndt.

Die Lochkarte im Fabrikbetrieb. Rationalisierung d. industriell. Rechnungswesens m. Hilfe d. Lochkartenverfahrens. Von R. Boesel. Mit 111 Abb. u. 100 S. in 2⁰. Carl Heymanns Verlag, Berlin 1930. Preis kart. 10 RM.

Das vorliegende Werk bringt eine gesamte Darstellung der durchgängigen Anwendung des Lochkartenverfahrens in einem Fabrikbetriebe, insbesondere für Material- und Lohnverrechnung, Erfassung der Lieferungen, Nachkalkulation, Buchhaltung, Arbeitsvorgabe und Inventur. Ungefähr die Hälfte des Buches bezieht sich auf den Aufbau der Lochkartenorganisation; darüber ist schon soviel und immer wieder das gleiche geschrieben worden, so daß eine ganz wesentliche Kürzung angebracht wäre, zumal doch heute die Grundlagen des Lochkartenverfahrens dem für das Boeselsche Buch in Betracht kommenden Interessentenkreis bekannt sein dürften. Auch über die obenerwähnten Teilgebiete der Anwendung des Lochkartenverfahrens ist schon ausgiebig berichtet worden. Es bleibt aber immerhin zu begrüßen, daß der Verfasser eine zusammenfassende Gesamtdarstellung des Lochkartenverfahrens für eine bestimmte Art von Unternehmungen gibt, wodurch die praktische Gesamtauswirkung besser erkannt und überblickt werden kann; außerdem kann die Zusammenstellung auch als Anleitung bei der Ausarbeitung von Organisationsplänen für andere Arten von Unternehmungen, wie z. B. Handelsunternehmungen, gute Dienste leisten.

M. Maul.

Richtige Maschinenschmierung. Kraftmasch., Arbeitsmasch., Transportwesen, Kraftfahrzeuge. Kurzer Wegweiser für die Praxis. Von Dipl.-Ing. E. W. Steinitz. Mit 46 Textabb., VI u. 177 S. in 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. Preis 7,80 RM.

Das Werk bietet weit mehr, als der Titel — und der Umfang — versprechen. Es enthält — wohl erstmalig — eine vollständige Zusammenstellung der Schmiererfordernisse für die gesamte Industrie, der Schmiermittel, soweit sie im Handel sind, um diesen Forderungen zu genügen, und darüber hinaus Richtlinien zu weiteren Arbeiten auf dem Gebiete der Schmierung, um dadurch die Kenntnis vom „richtigen" Lager und „richtiger" Schmierung zu fördern. Besonders beachtlich ist die Ordnung der Schmiermittel nach Haupttypen, wie sie bisher noch nicht existierte. Das Werk ist nicht nur ein Hilfsbuch für den Betriebsmann, sondern gerade wegen der vorzüglichen Zusammenstellung, in der die neuesten Ergebnisse der Forschung berücksichtigt sind, ein ausgezeichnetes Werk für den Konstrukteur, der ja erst die „richtigen" Schmierwege für das Schmiermittel zu schaffen hat. In dem zu kurzen Sachverzeichnis ist von Elektrotechnik nichts zu finden. Trotzdem ergibt schon ein Durchblättern des Buches, daß nicht nur elektrische Lokomotiven und Triebwagen (Inhaltsverzeichnis) Berücksichtigung gefunden haben, sondern auch elektrische Motoren und andere elektrische Apparate jeder Art (z. B. S. 108), wobei allerdings mehr auf das allgemein Gültige, mit Recht, Wert gelegt ist, um unnütze Wiederholungen zu vermeiden. Das Buch kann jedem empfohlen werden, der sich für die richtige Wahl einer Schmierung interessiert.

W. Jacobsohn.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Scharfe Schrumpfung des französischen Außenhandels. — Wie bei den meisten übrigen großen Exportländern war auch in Frankreich die Schrumpfung des Elektroaußenhandels in der ersten Hälfte des Jahres 1932 wesentlich umfangreicher als 1931. Während im Jahre 1931 die Einfuhr wie die Ausfuhr elektrotechnischer Erzeugnisse um rund 14 % zurückgegangen war, verringerte sich in den ersten 6 Monaten des Jahres 1932 gegenüber der gleichen Zeit des vergangenen Jahres die Einfuhr um 31, die Ausfuhr sogar um 44 %. Die Einfuhrverminderung ist zum Teil durch die französische Kontingentierungspolitik bedingt. Wertmäßig ist zwar der Rückgang der Ausfuhr fast ebenso hoch wie der der Einfuhr, so daß der Einfuhrüberschuß in der ersten Hälfte des Jahres 1932 mit 15,965 Mill RM[1] fast genau so hoch ist wie in der gleichen Zeit des Vorjahres (15,955 Mill RM). Das Verhältnis zwischen Ein- und Ausfuhr hat sich jedoch so stark verschoben, daß jetzt der Wert der Ausfuhr nur noch reichlich die Hälfte des Einfuhrwertes beträgt gegenüber mehr als zwei Drittel im ersten Halbjahr 1931. Die internationale Wettbewerbskraft der französischen Elektroindustrie hat somit erheblich nachgelassen.

Frankreichs Außenhandel in 1000 RM

	1931	Veränderung gegenüber 1930	1. Hälfte 1932	Veränderung gegenüber der 1. Hälfte 1931
		1. Einfuhr		
Dynamo-elektr. Maschinen, Transformatoren .	27 372	— 6 569	7 292	— 6 345
Telephon-, Telegraphen- und andere elektr. Einrichtungen u. Apparate	49 471	— 1 121	20 143	— 5 728
Teile von Maschinen und Elektromotoren . . .	45	— 340	10	— 6
Glühlampen	15 236	— 2 989	6 274	— 2 178
Bogenlampen und Teile davon	112	+ 42	28	— 36
Elektrische Kohle. . . .	1 946,5	— 266	728	— 320
Elektrische Drähte und Kabel	3 533	— 3 588	728	— 1 162
Teile elektrischer Apparate	4 277	— 3 115	1 464	— 1 239
Magnete, außer Elektromagneten	387	— 0,16	112	— 82
Akkumulatoren und Teile davon	1 112	— 425	314	— 335
Trockenbatterien u. Kondensatoren	1 388	+ 284	872	+ 325
Porzellan- und andere Isolatoren	1 250	+ 50	268	— 167
Insgesamt . . .	106 130	—18 028	38 233	—17 273
		2. Ausfuhr.		
Dynamo-elektr. Maschinen, Transformatoren .	15 338	+ 1 615	4 343	— 2 602
Telephon-, Telegraphen- und andere el. Einrichtungen und Apparate .	26 143	— 4 354	7 699	— 7 522
Teile von Maschinen und Elektromotoren . . .	13	— 21	171	+ 163
Glühlampen	4 531	— 1 286	1 659	— 797
Bogenlampen und Teile davon	342	+ 135	62	— 173
Elektrische Kohle. . . .	3 497	— 1 347	1 399	— 345
Elektrische Drähte und Kabel	8 539	— 3 002	2 095	— 2 759
Teile elektrischer Apparate	6 912	— 1 307	2 414	— 1 001
Magnete, außer Elektromagneten	29	— 8	37	+ 18
Akkumulatoren und Teile davon	4 466	— 1 578	1 107	— 1 432
Trockenbatterien u. Kondensatoren	723	— 130	363	— 62
Porzellan- und andere Isolatoren	3 342	— 727	916	— 761
Insgesamt . . .	73 875	—12 010	22 265	—17 273

Im einzelnen zeigen die folgenden Ziffern, daß sich 1931 die Verminderung der Ein- wie der Ausfuhr ziemlich gleichmäßig auf die einzelnen Erzeugnisgruppen verteilt. Die größte Schrumpfung (mehr als 50 %) ist bei der Einfuhr elektrischer Kabel und Drähte festzustellen. Andererseits sind für 1931 verschiedentlich noch erhöhte Außenhandelsziffern zu verzeichnen, so insbesondere für die Einfuhr von Bogenlampen, Batterien und Isolatoren, sowie für die Ausfuhr von dynamoelektrischen Maschinen und Transformatoren und ebenso von Bogenlampen. Im ersten Halbjahr 1932 haben sich bei einer Reihe von Erzeugnisgruppen Einfuhrschrumpfungen um annähernd 50 % und mehr gezeigt. Dies trifft zu für dynamo-elektrische Maschinen, elektrische Drähte und Kabel, für Teile von elektrischen Geräten sowie für Akkumulatoren. Bei der Ausfuhr weisen entsprechend starke Verminderungen auf elektrische Geräte für Telegraphie, Telephonie und andere Zwecke, ferner elektrische Drähte und Kabel, Akkumulatoren und Isolatoren. Gegenüber diesen starken Schrumpfungen der hauptsächlichsten Erzeugnisgruppen fällt es wenig ins Gewicht, daß sich die Einfuhr von Trockenbatterien in der ersten Hälfte des Jahres 1932 um fast 40 % erhöht hat und daß bei der Ausfuhr Magnete und Teile elektrischer Maschinen höhere Werte erreicht haben. (Electr. Rev., Lond., Bd. 111, S. 293 u. 649.) *A. Fr.*

Englands elektrotechnischer Außenhandel[2]. — Der September 1932 weist eine Einfuhr im Wert von 4,386 Mill RM[3] auf, d. s. 0,055 Mill RM (1,2 %) mehr als der Vormonat ergeben hat. Um 0,307 Mill RM ist u. a. der Import von Schwachstromapparaten gewachsen, während der nicht näher bezeichneter Maschinen um 0,525 Mill RM abgenommen hat. Vergleicht man das Ergebnis mit dem des Parallelmonats von 1931, so zeigt sich eine Verringerung um 5,196 Mill RM (54 %), die alle Erzeugnisse, insbesondere isoliertes Leitungsmaterial (—0,480 Mill RM), Akkumulatoren und Batterien (—1,201 Mill RM) sowie nicht spezifizierte Maschinen (—1,086 Mill RM) betraf. Die Ausfuhr betrug 9,160 Mill RM und war damit 0,522 Mill RM schwächer als im August und um 2,639 Mill RM (22 %) wertlich kleiner als im September 1931. Gegenüber dem Vormonat hat England u. a. für 0,829 Mill RM weniger nicht näher bezeichnete elektrische Maschinen exportiert, dafür aber 0,415 Mill RM mehr Generatoren und nicht der Beförderung auf Bahnen dienende Motoren. Der Rückgang gegen den entsprechenden Monat des Vorjahres betraf mit 1,018 Mill RM die letztgenannten beiden Gruppen und mit 0,949 Mill RM nicht spezifizierte Maschinen. Während der verstrichenen neun Monate ist die Einfuhr um 32,231 Mill RM, der Export um 28,046 Mill RM hinter dem Resultat der gleichen Periode von 1931 zurückgeblieben. *fm.*

[1] Umrechnungs-Kurs 1931: 1 RM = 6,06 fr: 1. Hälfte 1932: 1 RM = 6,03 fr.

[2] Vgl. ETZ 1931, S. 1428; 1932, S. 1168.

[3] 1 RM = 0,07 £.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 46: Wer stellt elektrische Signal-Taschenlampen (rot—grün—weiß) her?

Frage 47: Welche Firma liefert Ersatzteile für Motoren der Allgemeinen Motorenbau-Gesellschaft?

Frage 48: Wer fertigt die Minin-Goldscheider-Handlampe zur Lichtbehandlung an?

Frage 49: Wer stellt ein Lösungsmittel her, das die Emailschicht von Emaildrähten ohne Verletzung des Kupfers zu entfernen gestattet?

Abschluß des Heftes: 9. Dezember 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Fotoelektrische Relais zur Steuerung von Beleuchtungsanlagen.

Mitteilung der AEG.

Die Vervollkommnung der Fotozellen in den letzten Jahren besonders hinsichtlich der Konstanz ihrer Ausbeute ermöglicht ihre Verwendung zur Lösung vieler technischer Aufgaben. Kann man die Hell-Dunkel-Schaltung mit verhältnismäßig einfachen Mitteln bewältigen, so bereitet die Erfassung von Vorgängen, denen eine stetige Helligkeitsänderung zugrunde liegt, erhebliche Schwierigkeiten. Ein derartiger Betriebsfall liegt z. B. bei der Ein- und Ausschaltung der Straßenbeleuchtung vor. Hier ist die Forderung zu erfüllen, unabhängig von der Tageszeit bei einer bestimmten Helligkeit zu schalten. Vielfach, zumal bei großer Ausdehnung der Netze der öffentlichen Beleuchtung, wird aus Ersparnisgründen verlangt, daß die Beleuchtung morgens bei geringerer Helligkeit ausgeschaltet wird, als abends eingeschaltet wurde. Die beiden Helligkeitswerte müssen von der Apparatur genau eingehalten werden. Diese Forderung konnte erst erfüllt werden, nachdem die Alkali-Fotozellen so durchgebildet waren, daß sie über lange Zeiträume keine Veränderung ihrer Ausbeute (gemessen in A/Lumen) aufweisen.



Abb. 1. AEG-Caesium-Vakuum-Fotozelle.

Eine Fotozellen-Steuereinrichtung, die all diesen Ansprüchen genügt, ist an anderer Stelle ausführlich beschrieben*). Für viele Zwecke ist jedoch diese Ausführung zu umfangreich. Bei Beleuchtungsanlagen kleineren Ausmaßes genügt es durchaus, bei etwa gleichen Beleuchtungsstärken abends und morgens ein- und auszuschalten. Oft ist der Betrieb auch so eingerichtet, daß die Beleuchtung nachts zu einer bestimmten Stunde von Schaltuhren oder von Hand abgeschaltet wird, wie z. B. die Halbnachtlampen der öffentlichen Beleuchtung oder Hofbeleuchtungen, Saalbeleuchtungen usw.

In Ergänzung der eingangs erwähnten umfassenden Apparatur hat daher die AEG kürzlich ein fotoelektrisches Relais für Betrieb mit Gleich- oder Wechselstrom herausgebracht, mit dem die Beleuchtungsanlagen bei etwa gleichen Helligkeiten geschaltet werden. Es zeichnet sich durch große Einfachheit aus; dabei wird die Schalthelligkeit infolge der zur Verwendung gelangenden Vakuum-Fotozelle mit Caesium als lichtempfindlicher Schicht (Abb. 1) gut eingehalten.

Das Gleichstrom-Relais enthält folgende Elemente:
1 Vakuum-Fotozelle,
1 Verstärkerröhre,
2 Potentiometer,
1 Feinrelais,
1 Schaltorgan mit Verzögerungseinrichtung.

Ein Vorwiderstand für den Heizkreis der Verstärkerröhre wird getrennt geliefert.

Die durch das Licht bedingten fotoelektrischen Ströme im Fotozellenkreise werden von der Verstärkerröhre so weit verstärkt, daß von ihnen ein Feinrelais betätigt werden kann. Die Schaltung ist so getroffen, daß der Anodenstrom im umgekehrten Verhältnis zur Helligkeit verstärkt wird, d. h. während des Tages befindet sich das im Anodenkreis liegende Feinrelais im abgefallenen, d. h. entregten Zustand. Bei Anziehen des Relais zu Beginn der Dämmerung wird durch ein Verzögerungsorgan der Stromkreis zur Betätigung der Beleuchtungsanlage an Spannung gelegt. Kleine Anlagen können direkt geschaltet werden. Die Verzögerung beträgt etwa 1,5 min und verhindert ein Schalten der Beleuchtung bei schnell vorübergehenden Verdunklungen, z. B. verursacht durch Wolken bzw. bei kurzzeitigen Aufhellungen nachts, verursacht durch Blitze, Autoscheinwerfer oder Anleuchten durch Unbefugte. Durch einen Fortschaltmechanismus wird der Stromkreis des Verzögerungsrelais unterbrochen. Das Ausschalten der Beleuchtung am Morgen geschieht in entsprechender Weise mit der gleichen Verzögerung. Die Schalthelligkeit ist von außen verstellbar.

Die Ausführung für Wechselstrom ist in der Wirkungsweise gleichartig. Ein Kleintransformator liefert hier die Heizspannung für die Röhren, eine zusätzliche Gleichrichterröhre mit Glättungskondensatoren die Spannungen für den Fotozellenkreis und für den Anodenkreis. In ihrer äußeren Ausführung sind die Relais einheitlich. Sie sind für Aufstellung auch im Freien geeignet (Abb. 2). Bei der Montage ist zu beachten, daß die Fotozellen nach Möglichkeit Licht aus nördlicher Richtung erhalten. Dadurch wird eine direkte Bestrahlung durch Sonnenlicht vermieden, wodurch eine vorzeitige Abnutzung der Fotozellen eintreten könnte. Außerdem ist darauf zu achten, daß die von dem Relais eingeschaltete Lichtquelle nicht direkt die Fotozelle bestrahlt, da sonst im Rhythmus der Verzögerung des Schaltorganes ein dauerndes Blinken eintreten würde. Diese Forderungen sind durch geeignete Wahl des Aufstellungsortes leicht zu erfüllen.

Sollte sich die zweite Forderung nicht erfüllen lassen, so können die Schwierigkeiten durch eine selbsttätige Umschaltung des Gitters der Verstärkerröhre behoben werden.

Die Hauptanwendungen des fotoelektrischen Relais sind Ein- und Ausschalten der Beleuchtungsanlagen von Plätzen, Straßen, Höfen, Durchgängen, Durchfahrten u. dgl., und Einschalten der Beleuchtung von Sälen in Fabriken, Büros, Schulen usw. Eine kleine Änderung, nämlich Ersetzen des Verzögerungsorganes durch ein Schaltschütz u. Anbringen eines Vorsatzrohres, das die Fotozelle vor Belichtung mit Nebenlicht schützt, macht die Verwendung des Fotozellenrelais in Verbindung mit einer Lichtquelle überall da möglich, wo durch Unterbrechung oder Freigabe eines Lichtstrahles Schaltvorgänge ausgelöst werden sollen.



Abb. 2. Fotozellenrelais zur Steuerung von Beleuchtungsanlagen.

Nachstehend sind die wichtigsten Daten des AEG-Fotozellenrelais zusammengestellt:

	Gleichspannung	Wechselspannung
Anschluß	220 V	110 und 220 V
Leistungsaufnahme	etwa 42 W (einschl. Vorwiderstand)	etwa 10 VA
Schaltleistung	etwa 0,2 kW	etwa 1,5 kW
Verzögerung	etwa 1,5 min	etwa 1,5 min
Schalthelligkeit	verstellbar zwischen 5 und 20 Lux	
Gewicht	etwa 5,5 kg Vorwiderst. etwa 1 kg	etwa 5,5 kg
Abmessungen	etwa 385 × 275 × 120 mm Vorwiderst. etwa 225 × 140 × 50 mm	etwa 385 × 275 × 120 mm

*) AEG-Mitteilungen 1932, Heft 3.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
53. Jahrgang | Berlin, 22. Dezember 1932 | Heft 51

Bereitschaftswert der „laufenden Reserve" in Dampfkraftwerken.

Von Dr.-Ing. H. Schult, Berlin.

Übersicht. Im folgenden soll untersucht werden, inwieweit Turbinen und Kessel in der Lage sind, plötzlich auftretende Zusatzlast zu übernehmen. Eine allgemein gültige Lösung läßt sich hierfür nicht geben. Es wird aber gezeigt, durch welche Einflüsse einer beliebigen Lastübernahme Grenzen gesetzt sind, und festgestellt, daß auch die sog. „laufende Reserve", d. h. leerlaufende, bis zur Leistungsübernahme vorbereitete Kessel und Turbinen, nicht mit ihrer vollen Nennleistung verfügbar sind. Durch die Wahl der Bauart und durch die Betriebsführung läßt sich die Reservebereitschaft wesentlich beeinflussen.

1. Grenzen der Reservebereitschaft.

Die Bereitstellung der Reserve in Dampfkraftwerken verfolgt einen doppelten Zweck. Zunächst handelt es sich darum, für die Zeit der Überholung oder Ausbesserung einzelner Maschinensätze die nötige Reserve verfügbar zu halten, sodann aber hat die Reservestellung die Aufgabe, bei Störungen in der Stromlieferung zur Deckung der Fehlleistung einzuspringen. Im letzteren Falle ist anzustreben, die Leistungsübernahme so zu gestalten, daß es zu keiner Unterbrechung oder Einschränkung der Stromversorgung kommt. Stehen die Reservekessel und Reservemaschinen lediglich in kaltem Zustande bereit, ohne daß zum mindesten die erste Phase des Inbetriebgehens vorher eingeleitet wurde, so ist ein plötzliches Einspringen in die Stromlieferung nicht möglich. Die Zeit für das Inbetriebgehen einer nicht vorgewärmten, stehenden größeren Maschine (etwa 20 000 kW) beträgt zum mindesten 15 min, während für das Anheizen eines Kessels bei schonender Beanspruchung etwa 1 h erforderlich ist. Auch die Lastabgabe vom Leerlaufzustand bis zur vollen Belastung kann nicht plötzlich vor sich gehen, sondern muß allmählich oder stufenweise erfolgen.

„Stehende Reserve" bedeutet also nur eine beschränkte Bereitschaft und ist nicht in der Lage, einen glatten Betriebsübergang in allen Fällen sicherzustellen. Aus diesem Grunde geht man in manchen Werken dazu über, die Inbetriebsetzung bei den Reservesätzen vorzubereiten und an Stelle der „stehenden Reserve" eine „laufende Reserve" bereitzuhalten. Hierunter versteht man, daß die Reservemaschinen ständig mit voller Drehzahl laufen oder aber zum Zwecke der Dampfersparnis zum mindesten mit einer verringerten Drehzahl bereitgehalten werden[1]. Bei Kesseln entspricht der „laufenden Reserve" ein Unterdampfhalten mit vollem oder nahezu vollem Betriebsdruck.

Die „laufende Reserve" ist nun in der Lage, die Leistungslieferung viel schneller als die „stehende Reserve" zu übernehmen. Aber auch hierbei und selbst dann, wenn die Reservemaschinen aufs Netz geschaltet sind, ist eine augenblickliche Lastübernahme in beliebiger Höhe, etwa bis auf Maximallast, nicht ohne weiteres möglich. Eine plötzliche Lastanforderung beim Kessel muß zunächst aus der Speicherwirkung gedeckt werden. Hiermit ist je nach der Höhe der Ausgangslast und der Höhe und Dauer der Zusatzlast ein Sinken der Temperatur und des Dampfdruckes verbunden. Da beim Überschreiten bestimmter Werte der Dampfdruck am Kessel sehr schnell völlig wegsackt, sind der Leistungslieferung aus der Speicherwirkung Grenzen gesetzt. Die Speicherwirkung darf nicht weiter in Anspruch genommen werden, als dem zulässigen Druckabfall entspricht und die Elastizität der Feuerung nachzukommen imstande ist.

[1] H. Nölle, Elektr.-Wirtsch. Bd. 30, S. 284 (1929).

Für die Höhe der zulässigen Zusatzlast sind auch die Eigenschaften der Turbine und des Generators von Einfluß. So sind z. B. der Senkung von Druck und Temperatur durch die Schluckfähigkeit der Maschine gewisse Grenzen gesetzt. Dazu kommen dann die mechanische Beanspruchung und die Ausdehnungsverhältnisse infolge der Verschiebung des Temperaturgefälles in der Turbine. Dieser letzte Punkt spielt bei der Ermittlung der zulässigen Zusatzlast eine wesentliche Rolle.

Die Grenzen der Belastbarkeit sind für Kessel und Turbinen um so enger, je plötzlicher die Lastanforderung auftritt. Am ausgeprägtesten ist dies der Fall, wenn bei mehreren parallel arbeitenden Werken oder Netzen irgendein Teil der Energielieferung abfällt und die Fehlleistung von anderer Stelle ohne Störung planmäßig übernommen werden soll. Die Beantwortung der Frage, wie lange es in diesem Falle dauert, bis die Lastanforderung am Kessel auftritt, ergibt sich aus folgender Überlegung: Elektrisch wird die Lastanforderung an den Klemmen des Generators wenige Perioden nach Auftreten des Schaltvorganges in vollem Umfange wirksam. Im ersten Augenblick wird diese Mehrforderung durch die Schwungmassen der Maschinen gedeckt. Dabei sinkt die Drehzahl und der Regler der Turbine öffnet das Haupt-Einlaßventil. Die Zeit vom Auftreten der Lastanforderung am Generator bis zum Öffnen der Einlaßventile ist im wesentlichen durch die mechanische Trägheit des Regelvorganges bestimmt und dauert etwa 1 ··· 2 s. Die zeitliche Verschiebung zwischen dem Öffnen der Einlaßventile und dem Auftreten der Lastanforderung am Kessel ist vernachlässigbar klein, da die Rohrleitungen eine nennenswerte Speicherwirkung nicht besitzen. Es läßt sich also sagen, daß der Gesamtvorgang vom Schalten im Netz bis zur Dampfanforderung an den Kesseln im Höchstfalle etwa 2 s in Anspruch nimmt, so daß bezüglich des Auftretens der Lastanforderung an den Maschinen und Kesseln praktisch mit einem augenblicklichen, plötzlichen Vorgang zu rechnen ist.

Wir wollen im folgenden diesen Fall etwas eingehender betrachten und untersuchen, wie sich die Vorgänge bei Turbinen und Kesseln bei plötzlich auftretender Lastanforderung abspielen und wodurch die Grenzen der zulässigen Mehrlast bestimmt werden.

2. Verhalten des Kessels bei plötzlicher Lastanforderung.

Bei der Belastung des Kessels spielen, wie schon eingangs erwähnt, zwei Faktoren eine wesentliche Rolle: die Speicherwirkung des Kesselwassers und die Elastizität der Feuerung. Die Ausnutzung der Speicherwirkung hängt ihrerseits ab von der zulässigen Senkung der Temperatur und des Dampfdruckes, u. zw. einmal in bezug auf den Betrieb des Kessels an sich und zum anderen in bezug auf die Schluckfähigkeit der zu beliefernden Turbine. Arbeiten mehrere Kessel parallel, von denen nur einer oder wenige in Reservebereitschaft stehen, so trifft der erste Laststoß auf sämtliche Einheiten, so daß die plötzliche Laststeigerung je nach dem Verhältnis zwischen Reserve- und Betriebseinheiten in erträglichen Grenzen bleiben wird. Jedenfalls kann dann die Übernahme dieser Gesamtmehrlast durch die Reservekessel so langsam erfolgen, wie es die Feuerführung gestattet, so daß überhaupt kein nennenswerter Druck- oder Temperaturabfall zustande kommt.

Anders dagegen liegen die Verhältnisse, wenn Kessel und Turbine eine Einheit bilden und der Laststoß durch diejenige Turbine aufgenommen wird, die mit dem Bereit-

schaftskessel zusammengeschaltet ist. Die zulässige Drucksenkung am Kessel ergibt sich dann zunächst einmal aus dem Druckverlust zwischen Dampfsammler am Kessel und Turbine. Dieser Druckabfall verläuft annähernd quadratisch mit der Durchgangsgeschwindigkeit des Dampfes. Da mit sinkendem Druck das Dampfvolumen je Leistungseinheit und damit die Durchgangsgeschwindigkeit erheblich steigt, nimmt der Druckabfall zwischen Dampfsammler und Turbine in sehr starkem Maße zu. Man kommt schon bald an eine Grenze, bei der der Druckabfall bis zur Maschine unmögliche Werte annimmt. Hierzu kommt nun eine zweite, in der Regel engere Begrenzung des zulässigen Druckabfalles infolge der Schluckfähigkeit der Turbine. Diese wird wesentlich von der Bauart der Maschine abhängen. In Abb. 1 ist als Beispiel für eine bestimmte Turbine normaler Bauart die Höchstleistung angegeben, welche bei gesunkenem Dampfdruck noch erreicht werden kann. Wie ersichtlich, läßt sich die Maschine noch mit ihrer vollen Normalleistung fahren, wenn der Dampfdruck am Eintritt um 20 % unter seinem Betriebswert liegt. Dies gilt allerdings unter der Voraussetzung, daß die Temperatur des Frischdampfes ihren Normalwert behält. Bei einer plötzlichen Laststeigerung eines Kessels ergibt sich aber zunächst ein Abfallen der Überhitzung, u. zw. annähernd proportional dem Verhältnis von Ausgangslast zu Endlast. Bei plötzlicher Belastung eines leer laufenden Kessels fällt also der Frischdampf im ersten Augenblick praktisch mit Sattdampftemperatur an, während bei einem Kessel, der augenblicklich von Halblast auf Vollast gesteigert wird, die Frischdampftemperatur um die Hälfte der Überhitzung sinkt.

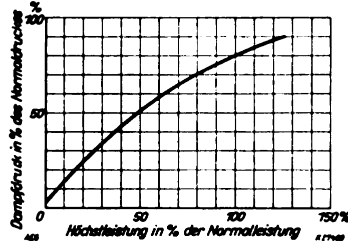


Abb. 1. Schluckfähigkeit einer Turbine bei abgesunkenem Dampfdruck (Betriebsdruck 30 atü, Temperatur 400 °C konst.).

Bezüglich der Auswirkung auf die Turbine läßt sich hierzu folgendes sagen: Während die volle Temperatursenkung im ersten Augenblick mit der Laststeigerung auftritt, ist der betriebsmäßige Dampfdruck zunächst noch vorhanden. Die Drucksenkung setzt erst allmählich mit Ausnutzung der Speicherwirkung des Kessels ein. Inzwischen hat die Feuerführung Gelegenheit nachzukommen, und die Temperatur beginnt schon anzusteigen, während der Dampfdruck noch im Sinken begriffen ist. Man kann bei selbsttätiger Feuerungsregelung annehmen, daß die Frischdampftemperatur nicht mehr weit von ihrem Normalwert entfernt ist, wenn der Dampfdruck seinen tiefsten Punkt erreicht. Aus diesem Grunde können wir für die Betrachtung des zulässigen Höchstwertes des Druckabfalles die Senkung der Temperatur außer acht lassen.

Wird die Forderung erhoben, daß die Turbine in der Lage sein muß, auch bei gesunkenem Dampfdruck mit Vollast zu fahren, so ergibt sich für das Beispiel der Abb. 1 eine zulässige Druckminderung von 20 % des Normalwertes. Hiervon wird ein Teil durch den erhöhten Druckabfall der Rohrleitung in Anspruch genommen, sofern diese für Normallast ausgelegt ist. Da man bei der Querschnittsermittlung aber in der Regel mit einer gewissen Sicherheit rechnet, wollen wir der Einfachheit halber annehmen, daß der zulässige Druckabfall von 20 % am Kessel selbst auftreten kann, und nun weiter untersuchen, wie groß unter diesen Umständen die zulässige plötzliche Laststeigerung eines unter Druck stehenden neuzeitlichen Kessels sein darf.

Für die Untersuchung der Speicherwirkung bestimmen wir zunächst das Dampfgewicht, welches bei einer Drucksenkung um 20 % frei wird. Das Ergebnis zeigt Abb. 2. Während bei einem Betriebsdruck von 15 atü 2 % des Wasserinhaltes als Dampf frei werden, ergibt sich bei einem Betriebsdruck von 100 atü eine Speicherwirkung von 5,5 %. Für die hiermit verbundene Leistungsabgabe ist der Wasserinhalt des Kessels ausschlaggebend, so daß auch hier das Ergebnis wesentlich durch die Bauart bestimmt wird. Während bei älteren Kesseln, insbesondere Flammrohrkesseln, der Wasserinhalt im Verhältnis zur Dampfleistung sehr groß war, ist der Wasserinhalt bei den neuzeitlichen Hochleistungskesseln wesentlich geringer geworden. Abb. 2 zeigt aber anderseits, daß dieser meist geringere Wasserinhalt teilweise wieder durch die bessere Speicherwirkung bei höherem Druck ausgeglichen wird. Für einen Kessel von der Bauart, wie sie im Westkraftwerk der Berliner Städtischen Elektrizitäts-Werke AG. zur Aufstellung kam, beträgt z. B. der Wasserinhalt etwa 75 t bei einer normalen Dampfleistung von 120 t/h. Nach Abb. 2 werden bei einer Drucksenkung von 30 auf 24 atü etwa 3 % des Wassergewichtes in Dampfform abgeführt, d. s. demnach etwa 2,25 t. Nimmt man nun an, daß die Speicherwirkung für eine plötzliche stündliche Mehrleistung von 60 t = 50 % der normalen Leistung in Anspruch genommen wird, so zeigt es sich, daß allein durch Drucksenkung, unabhängig von der Feuerführung, diese Spitze für eine Zeitdauer von 2,25 min abgefangen werden kann, bevor der Druck die zulässigen Werte unterschreitet.

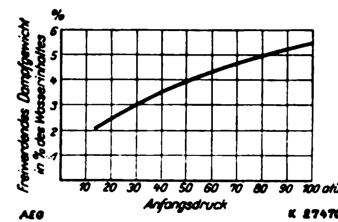


Abb. 2. Speicherwirkung eines Kessels bei Absinken des Dampfdruckes um 20 % des Anfangswertes.

Es ergibt sich nun die Frage, ob die Elastizität der Feuerung in der Lage ist, in dieser Zeit nachzukommen und die infolge Ausnutzung der Speicherwirkung auftretende Drucksenkung abzufangen. Hierzu läßt sich sagen, daß die Elastizität neuzeitlicher Feuerungen sich während der letzten Jahre als wesentlich besser herausgestellt hat, als man früher anzunehmen geneigt war. In umfangreichen Versuchen haben Schulte und Presser[2] nachgewiesen, daß alle zeitgemäßen Feuerungsarten eine außerordentlich hohe Elastizität besitzen. Das Ergebnis ihrer Versuche besagt, daß auch eine heutige Wanderrostfeuerung jederzeit in der Lage ist, binnen weniger als 2 min eine Lastspitze von 50 % der Normallast herzugeben. Bei den meisten Versuchskesseln wurde diese Laststeigerung in einer Zeit unter 60 s erreicht, ohne daß eine nennenswerte Drucksenkung eintrat.

Faßt man nun das vorstehend Gesagte über die Speicherwirkung und über die Elastizität der Feuerung zusammen, so läßt sich bezüglich der zulässigen plötzlichen Laststeigerung für heutige Kessel eine Kurve angeben, wie sie etwa in Abb. 3 dargestellt ist. Danach ist, ausgehend von den unter Dampf stehenden betriebsbereiten Kesseln, eine Laststeigerung von 50 % von jedem Belastungszustand aus bis zur Höchstlast zulässig. Allerdings ist hierbei vorauszusetzen, daß die Kessel mit selbsttätiger Feuerungsregelung ausgerüstet sind, so daß die Steigerung der Feuerführung unmittelbar nach der Lastanforderung einsetzt. Es ist selbstverständlich, daß für praktische Fälle diese Kurve je nach der Bauart der Kessel und der Feuerungen erheblich abweichen wird und das Ergebnis nur als Mittelwert angesehen werden darf.

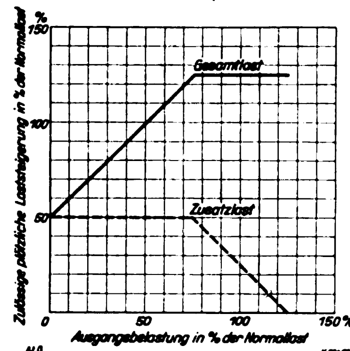


Abb. 3. Zulässige plötzliche Laststeigerung bei neuzeitlichen Kesselanlagen.

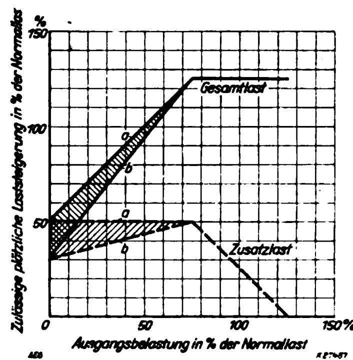
3. Verhalten der Turbine bei plötzlicher Lastanforderung.

Wir kommen nun weiter zur Untersuchung der Frage, wie sich die Dampfturbine bei plötzlicher Laständerung verhält. Dabei wollen wir annehmen, daß der Frischdampf in einem solchen Zustande anfällt, daß eine beliebige Laststeigerung bis auf Vollast durch die Schluckfähigkeit nicht beeinträchtigt wird. Es verbleibt dann der Einfluß der plötzlichen Lastaufnahme auf die Turbine selbst. Mit jeder Belastungsänderung ist eine Verschiebung der mechanischen Beanspruchung, des Temperaturzustandes und der Druckverteilung in der Turbine verbunden. Solange nun die Belastungsänderung langsam vor sich geht, befinden sich alle Einzelteile immer nahe dem Beharrungszustand. Sobald aber plötzliche Übergänge von der einen Belastung auf die andere erfolgen, treten zusätzliche Beanspruchungen auf, deren Höhe von

[2] Siehe Arch. Wärmewirtsch. 1931, S. 281. Anm.: Es muß natürlich von Fall zu Fall untersucht werden, ob durch die mit der Drucksenkung verbundene Ausdampfung der Wasserumlauf unzulässig beeinflußt werden kann.

mehreren Faktoren abhängig ist. Wesentlich ist, ob sich die Maschine im Augenblick vor der Belastungsänderung bereits im Beharrungszustand befand. Sodann spielt die Bauart der Maschine eine bedeutende Rolle. Die auftretenden Beanspruchungen lassen sich allgemein gültig nicht erfassen, so daß auch die zulässige plötzliche Zusatzlast allenfalls für eine bestimmte Bauart und Größe genauer ermittelt werden kann.

Einer der Hauptfaktoren bei der Bestimmung der Zusatzlast ist die Längenausdehnung der Turbine infolge der Änderung des Temperaturzustandes. Mit jeder Belastung stellt sich in der Turbine ein anderes Temperaturgefälle ein, da mit der Laständerung in jeder Stufe ein anderer Dampfdruck und damit eine andere Dampftemperatur verbunden ist. Da die Wärmeverluste beim Gehäuse größer sind als bei der Welle, wird die Aufwärmung des Gehäuses verhältnismäßig langsam vor sich gehen, während die Welle, die ja allseitig vom Dampf umgeben ist, viel rascher die Grenztemperatur annimmt. Daraus können sich erhebliche relative Bewegungen zwischen Gehäuse und Welle gegenüber dem Beharrungszustande ergeben, die durch die Verschiedenheit der Ausdehnungskoeffizienten der ungleichen Materialien noch verstärkt werden. Für das Maß dieser Bewegung ist die Lage der Fixpunkte maßgebend. Liegen z. B. die Fixpunkte für Gehäuse und Welle an der gleichen Stelle, etwa am Vorderlager der Turbine, dann treten die größten relativen Bewegungen an der hinteren Stopfbuchse auf. Liegt jedoch der eine Fixpunkt vorn, der andere hinten, so hängt es von der Bauart ab, ob die vordere oder hintere Stopfbuchse oder irgendein Schaufelspiel am gefährdetsten ist. Man bekommt einen Begriff von der Größe der verfügbaren Abstände, wenn man bedenkt, daß die meisten axialen Schaufelspiele bei neuzeitlichen Maschinen sich in der Größenordnung von 3 ··· 10 mm bewegen, während die absoluten Wärmedehnungen von Welle und Gehäuse zwischen kalter und warmer Maschine zwischen 3 und 8 mm angenommen werden können.



a Maschine mit großem Spiel
b „ „ kleinem „

Abb. 4. Zulässige plötzliche Laststeigerung bei Turbogeneratoren

Wie schon gesagt, wird es kaum möglich sein, allgemein gültige Angaben über die zulässige Zusatzlast von Turbogeneratoren zu machen. Um einen Anhaltspunkt über die Größenordnung zu erhalten, ist in den Kurven der Abb. 4 die zulässige plötzliche Laststeigerung angegeben, die sich bei den heutigen größeren Turbinen normaler Bauart mit genügender Sicherheit erreichen läßt. Die Werte gelten ausgehend von der im Beharrungszustand sich befindenden gut durchgewärmten Maschine und sind einmal für Turbinen mit größerem Spiel und dann für solche mit kleinerem Spiel ermittelt.

4. Zusammenfassung.

Vergleicht man nun das Verhalten der Turbinen gegenüber plötzlichen Laständerungen mit der Belastbarkeit heutiger Kessel (Abb. 3), so läßt sich feststellen, daß die Feuerungsanlagen sich im allgemeinen nicht ungünstiger verhalten als Turbogeneratoren. Die Kurven der Abb. 3 u. 4 ergeben eine gute Übereinstimmung in der Fähigkeit plötzlicher Lastaufnahme. Wir sehen weiter, daß es kaum möglich sein wird, leerlaufende Kessel oder Turbinen plötzlich bis auf Vollast zu belasten. Erst von einer bestimmten Ausgangsbelastung ab (nach den Abbildungen 75 % der Normallast) wird sich die Höchstlast (125 % der Normallast) plötzlich erreichen lassen. Daraus könnte man den Schluß ziehen, daß es bezüglich der Belastbarkeit nicht richtig ist, einen Teil der Maschinen mit Vollast zu fahren und die Reservebereitschaft mit Leerlauf zu betreiben. Eine bessere Ausnutzung ergäbe sich, wenn alle in Betrieb befindlichen Maschinen mit so hoher Last arbeiten, daß eine augenblickliche Steigerung bis auf maximale Dauerlast möglich ist und hierin die gewünschte Reserve liegt[3]. Hieraus ergäben sich dann auch Forderungen für die Wahl des günstigsten Belastungspunktes und des günstigen Wirkungsgrades. Allgemein wird man bei der Errichtung solcher Anlagen, die ganz oder teilweise zur Bereitschaftsreserve bestimmt sind, durch Auslegung und Bauart eine möglichst weitgehende Anpassung an die Aufgaben anstreben und im besonderen bezüglich der zulässigen Zusatzlast bestimmte Forderungen erheben. Auch bei Spitzenkraftwerken, die in vielen Fällen gleichzeitig der Reservestellung dienen, kommt der Belastbarkeit eine besondere Bedeutung zu.

Die gewünschte Verteilung der auftretenden Zusatzlast auf die in Betrieb befindlichen Kraftwerke stellt Forderungen an die Leistungsregelung bzw. Leistungsbegrenzung. Die Leistungsregelung der Turbinen ist heute so weit entwickelt, daß sich die auftretende Zusatzlast fast augenblicklich in jeder gewünschten Weise verteilen läßt. Auch auf die Kessel bzw. Dampflieferung läßt sich diese selbsttätige Leistungsregelung ausdehnen. Selbstverständlich ist, daß die für die Reservelieferung bestimmten Dampfkessel mit selbsttätiger Feuerungsregelung ausgerüstet sein müssen, da nur in diesem Falle erwartet werden kann, daß Speicherwirkung und Elastizität des Kessels genügend schnell ineinandergreifen.

Die vorstehenden Untersuchungen stellen natürlich keine allgemein gültige Lösung dar, sondern sind lediglich als Anregungen aufzufassen. Der Hauptzweck sollte darin bestehen, zu zeigen, daß auch bei der vorbereiteten „laufenden Reserve" der Bereitschaftswert für plötzliche Lastübernahme begrenzt ist. Diese Begrenzung kann durch die Planung und Bauart der einzelnen Maschinensätze, durch die Art der Betriebsführung und die Ausgestaltung der Regeleinrichtungen beeinflußt werden.

[3] Für die Wahl der Betriebsweise sind aber auch noch andere Gesichtspunkte maßgebend, die aus dem Rahmen dieser Betrachtung fallen.

Knickstelle im Verlaufe der Anfangspannung*.

Von **Max. Toepler**, Dresden.

Übersicht. Die Differenz der Schlagweiten für die Funkenbildung zwischen zwei parallel geschalteten Kugelpaaren verschiedener Größe wird gemessen; sie zeigt schon im Bereiche der sog. Anfangspannungen in ihrer Abhängigkeit von der Schlagweite eine scharfe Knickstelle. Der Anstieg der Anfangspannung mit der Schlagweite besteht also aus zwei verschiedenen Kurvenästen; nur der für größere Schlagweiten gehorcht angenähert dem Toepler-Peekschen Formeltypus. Auch sonst zeigt die Funkenbildung auf beiden Ästen Unterschiede, z. B. in der Abhängigkeit vom Einbau der Funkenstrecke in einen Käfig. Für kleine Schlagweiten besteht der Funken aus dem positiven und negativen Funkenstamm, für größere kommt zwischen den Stämmen ein Übergangstück zur Ausbildung.

Für die Anfangspannung (Funkenspannung) A_s zwischen Kugeln bei symmetrischer Spannung, 76 cm Hg, 20 °C und Luftdichte $\delta = 1$ hatte ich die Formel

$$A_s = \delta \cdot 29{,}1 \left(1 + \frac{2/3}{\sqrt{D}}\right) D \left[\frac{s}{D} \cdot \frac{1}{f}\right] \text{ in kV}$$

und **P e e k** später die den inzwischen erweiterten Meßergebnissen sich besser anschmiegende Formel

$$A_s = \delta \cdot 27{,}575 \left(1 + \frac{0{,}757}{\sqrt{\delta D}}\right) D \left[\frac{s}{D} \cdot \frac{1}{f}\right] \text{ in kV}$$

aufgestellt; s Schlagweite in cm, D Kugeldurchmesser in cm, f die Kirchhoff-Russelsche Funktion. Beide gleichgebaute Interpolationsformeln geben insbesondere auch die immer wieder festgestellte Tatsache wieder, daß sich die Kurven A_s, gezeichnet für verschiedene Werte D, schneiden.

Bald schon nach Aufstellung der Formel wies ich darauf hin, daß die **A n w e n d b a r k e i t** des gewählten Formeltypus in mehrfacher Hinsicht nur **b e g r e n z t** sein könne. Auf eine dieser Beschränkungen sei hier eingegangen. Beide Formeln sagen aus, daß die Entladung (u. U. in Funkenform) bei einer maximalen Feldstärke $\mathfrak{E}_m$ im Durchstoßpunkte der Kugelzentralen $\mathfrak{E}_m = a + b/\sqrt{D}$ ausbricht, worin a und b Konstanten bedeuten. Diese Anfangsfeldstärke ist also für jedes Kugelpaar, d. h. für

* Auszugsweise vorgetragen in der Sitzung des Maschinen-Komitees der IEC am 2. VII. 1932 in Paris.

bestimmtes D, unabhängig von der Schlagweite s, für verschiedene Kugelpaare, d. h. verschiedene D, aber verschieden. Es gibt hiernach der Formeltypus für die g l e i c h e kleinste Schlagweite s doch je nach dem Werte des Kugeldurchmessers D verschiedene Anfangsfeldstärken. Irgendwo bei kleinem s m u ß also die Formel Toepler-Peek in zunehmendem Maße v ö l l i g versagen. In folgendem ist versucht, festzustellen, wo und wie dies geschieht.

Am klarsten wohl treten die besprochenen Eigenschaften bei Betrachtung der Schlagweiten d i f f e r e n z zweier Kugelpaare von sehr verschiedener Größe bei je gleicher Spannung, also bei Parallelschaltung in Erscheinung. In Abb. 1 sind zunächst zum Vergleich die zu s_{15}, d. h. zur Schlagweite zwischen Kugeln von 15 cm Dmr. nach Peeks Formel berechneten Werte für $s_2 - s_{15}$ in Kurvenform angegeben (parabelähnliche strichpunktierte Kurve).

M e s s u n g e n I. — Bestimmt wurde $s_2 - s_{10}$ für die Parallelschaltung zweier Kupferkugeln von 10 cm Dmr. mit 2 Kugeln von 2 cm Dmr. aus Kupfer, Messing oder aus Stahl. Benutzt wurden Gleichspannung und auch Wechselspannung. Die Ergebnisse entsprachen ganz den genaueren Messungen des nächsten Abschnittes.

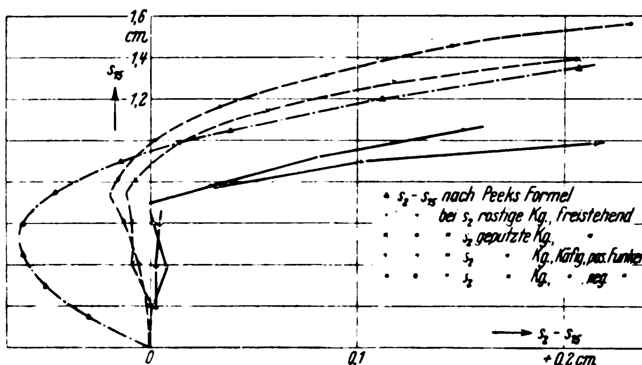


Abb. 1. Schlagweiten-Differenzen für Kugeln von 2 cm und 15 cm Dmr.

M e s s u n g e n II. — Nach Untersuchung der Gesetze der Streuung der Funkenspannung[1] wurde die daselbst in Abb. 1 angegebene Versuchsanordnung benutzt, also Gleichspannung mit der Meßfunkenstrecke F, jetzt s_{15} genannt, zwischen Kupferkugeln von 15 cm Dmr. in einem geerdeten Schutzkäfig von 46 cm lichter Weite. Am Orte der vertikalen Funkenstrecke F' stand jetzt f r e i o h n e K ä f i g eine horizontal aufgestellte zweite Funkenstrecke s_2 zwischen Stahlkugeln von 2 cm Dmr. Diese Funkenstrecken s_{15} und s_2 belichteten sich gegenseitig aus etwa 60 cm Abstand; gleichzeitige Funkenbildung s_2 und s_{15} wurde nie beobachtet. Alle Zuleitungen waren so dick, daß ein Sprühen nicht eintrat. Fremdkörper und Stützen blieben s_2 bis zum Radius 20 cm fern.

In Abb. 1 sind zu s_{15} die gemessenen Werte $s_2 - s_{15}$ eingetragen, u. zw.

für ein altes rostiges Stahlkugelpaar mit 0,6 cm dicken Zuleitungen,

für dasselbe Kugelpaar nach Putzen.

Die Messungen gingen hier und in Abschnitt IV bis $s_2 = 5$ cm, die Abb. 1 gibt nur den interessanten Teil in der Umgebung der Knickstelle (bei etwa 0,7 cm) wieder. Auch ein ganz neues Stahlkugelpaar mit 0,5 cm dicken Zuleitungen gab den vorigen für geputzte alte Kugeln naheliegende Werte.

Entsprechend den Erfahrungen der genannten Archivarbeit war die mit den Parallelfunkenstrecken s_{15} und s_2 verbundene Kapazität groß, 35 100 cm; nach jeder Meßpause wurde sowohl s_{15} als auch s_2 vor Meßbeginn gut eingebrannt.

M e s s u n g e n III. — Die letztbenutzten neuen Stahlkugeln, Funkenstrecke s_2, wurden von einem achtsprossigen (Sprossendicke 0,65 cm) K ä f i g von 39 cm Länge und von nur 10 cm lichter Weite umgeben. Der Käfig wurde einmal mit der Kathode (also positive Funken s_2), einmal mit der Anode (also negative Funken s_2) verbunden. Die mit s_{15} und s_2 verbundene Kapazität betrug 2700 cm. Die Meßergebnisse sind als ausgezogene Linien in Abb. 1 eingezeichnet.

Alle Messungen zeigen übereinstimmend, daß der Toepler-Peeksche Formeltypus bei kleinen Schlagweiten v ö l l i g v e r s a g t. Dieses Versagen erfolgt aber nicht allmählich, sondern plötzlich; die Kurven $s_2 - s_{15}$ besitzen eine a u s g e s p r o c h e n e K n i c k s t e l l e, das gleiche gilt für $s_2 - s_{10}$.

Für kleine Schlagweiten bis zur Knickstelle (etwa bis $s = 0,75$ cm) ist hiernach die Funkenspannung unabhängig vom Kugeldurchmesser. Unerwartet ist besonders die Schärfe des Überganges, der Knickstelle. Oberhalb der Knickstelle verläuft die Schlagweite etwa so, wie es nach dem Toepler-Peekschen Formeltypus zu erwarten ist.

Man hat also selbst für die Funkenentstehung aus der Anfangspannung heraus doch zwei verschiedene Arten von Funkenbildung mit verschiedenen Gesetzen für die Durchbruch-Feldstärke. Auch sonst sind natürlich sprunghafte Unterschiede zu erwarten. So ist z. B. nach den Messungen III der Einfluß eines engen Käfigs unterhalb 0,7 cm klein, oberhalb ganz ungeheuer. Für die Benutzung einer Funkenstrecke zur Spannungsmessung ist natürlich das Auftreten einer Knickstelle schon wegen der damit verbundenen Unsicherheit des Überganges sehr hinderlich.

M e s s u n g e n IV. — Für alle gemessenen Längen wurden die Funken s_2 p h o t o g r a p h i e r t, u. zw. bei einer Kapazität von 35 100 cm, von 2700 cm und von 110 cm. Die Aufnahmen erfolgten in nahezu natürlicher Größe mit Blenden bis Nadelstichgröße hinab.

Die Entladung einer größeren Kapazität, d. h. ein starker Funke, besteht bekanntlich hinsichtlich seiner z e i t l i c h e n Entwicklung aus mehreren meist recht scharf trennbaren Teilen: (1) Vorprozesse, (2) Ionisierung und (3) Molisierung im Funken der Elektrodenkapazität (d. h. im Initialfunken), (4) Nachfließen in der Aureole und (5) in den Nachprozessen. In der photographischen Superposition dieser, also auch im sichtbaren Funken, überwiegt meist (3) als helle, alles überblendende L i c h t r a u p e, im Schlierenbilde überwiegen (4) und (5). Durch enge Blenden verschwindet erst (4), dann (3), und es bleibt statt der dicken, hellen, leuchtenden Lichtraupe des starken Funkens nur ein dünnes Lichtband gleichbleibender Dicke in den Photogrammen übrig, die „F u n k e n s e e l e"[2].

Die Anfangspannung (Funkenspannung) bildet den zeitlichen Abschluß von (1), bei ihr setzt (2) ein. In (2) hat man also am ehesten nach photographischen Erscheinungen zu suchen, welche mit der in den vorangehenden Abschnitten nachgewiesenen Knickstelle im Verlaufe der Anfangspannung zusammenhängen.

In ihrem r ä u m l i c h e n Verlaufe zwischen den Elektroden zeigen die Schlierenbilder l a n g e r Funken meist die von A. Toepler entdeckte „ausgezeichnete Stelle". In den Seelenbildern (engste Blenden) fehlt diese fast immer. Ganz auffallend ist in letzteren dagegen: An jeder Elektrode sitzt ein etwa 0,4 cm langes g e r a d l i n i g e s, senkrecht zur Oberfläche stehendes Funkenstück, der „Funkenstamm". Die Enden der Funkenstämme sind meist als Knickstellen, als Einschnürungen oder als Dunkelstellen der Funken s e e l e kenntlich; sie seien „kritische Stellen" genannt[3].

Verkleinert man die Schlagweite, so verschwindet das Zwischenstück der Funkenseele zwischen den ihre Länge ungeändert beibehaltenden Funkenstämmen mehr und mehr. Bei etwa 0,8 cm Schlagweite berühren sich die beiden Funkenstämme. Von da ab erst verkürzen sich bei weiterer Verkleinerung von s_2 die beiden Funkenstämme selbst. Die Berührungstelle beider geradliniger Stücke liegt jetzt als eine Einschnürung oder als Dunkelstelle

[1] M. T o e p l e r, Arch. Elektrotechn. Bd. 26, S. 429 (1932); auch bei den vorliegenden Messungen wurde die Abzählmethode der Treffer auf je 10 Entladungen benutzt.

[2] Die Trennung in Initialfunken und Aureole oder Funkenfahne stammt bekanntlich aus der Zeit der Funkeninduktoren. Die Untersuchungen von Schlierenbildern gehen auf A. T o e p l e r zurück. Die Blendenwirkung, d. h. die o p t i s c h e Trennung von (2) und (3), der Funkenseele und der Funkenraupe, ist von A. R i g h i sehr ausführlich studiert worden. Der ionentheoretische Nachweis, daß (2) und (3) meist auch z e i t l i c h völlig getrennt sind, findet sich bei M. T o e p l e r, Arch. Elektrotechn. Bd. 18, S. 562 (1927). Bei 35 100 cm war die Raupe 0,6 ··· 1,5 cm breit, die Seele nur 0,1 cm; bei 2700 cm war die Raupe nur noch 0,4 ··· 0,8 cm breit, die Seele etwa 0,08 cm.

[3] In der Funken r a u p e und im Schlierenbilde erscheinen die kritischen Stellen meist als Verdickungen.

der Seele und als dickste Stelle der Raupe dauernd sichtbar bleibend fast genau in der Mitte zwischen den Elektroden.

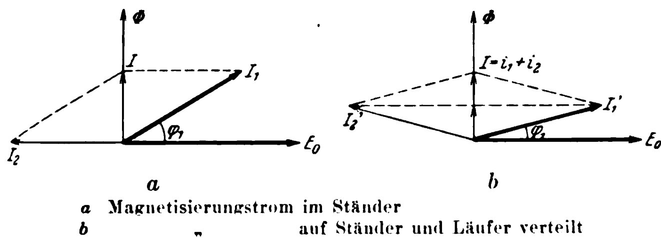
Der Beginn der Behinderung der Funkenstämme in ihrer freien Ausbildung fällt also mit dem Abgehen des Verlaufes der Anfangspannung vom Toepler-Peekschen Formeltypus zusammen. Die Stammbildung gehört also zu den maßgebenden Vorprozessen der Funkenbildung. Die Aufstellung verbesserter Formeln für die Funkenspannung wird also nicht nur das Feld an der Elektrodenoberfläche, sondern auch die Verhältnisse an den kritischen Stellen berücksichtigen müssen.

Die günstigste Verteilung des Magnetisierungstromes bei langsamlaufenden Drehstrom-Induktionsmotoren.

Von J. Kozisek, Berlin.

Übersicht. Es wird gezeigt, daß die gleichmäßige Verteilung des Magnetisierungstromes auf Ständer und Läufer bei langsamlaufenden Induktionsmaschinen besondere Vorteile in bezug auf Hauptmaschine und Drehstrom-Erregermaschine bringt und daher öfter angewandt werden sollte als dies bisher geschieht.

Für den normalen Drehstrom-Induktionsmotor ergibt sich unter Vernachlässigung der Streuung das in Abb. 1 a dargestellte Grundvektordiagramm. Der Magnetisierungsstrom (*I*) wird vom Netz gedeckt und fließt ausschließlich im Ständer. Der Läufer führt lediglich den Wirkstrom (I_2). Durch Anschluß einer Drehstrom-Erregermaschine ist man leicht in der Lage, den Magnetisierungsstrom sowohl auf den Ständer als auch auf den Läufer



a Magnetisierungstrom im Ständer
b „ auf Ständer und Läufer verteilt

Abb. 1. Vektordiagramm einer Induktionsmaschine.

beliebig zu verteilen. Es wirft sich einem daher sofort die Frage auf, welche Verteilung für den Drehstrommotor am günstigsten ist. d. h. welchen Anteil am Magnetisierungstrom der Läufer bzw. der Ständer haben soll. Eine einfache Rechnung zeigt zunächst, daß die vom Magnetisierungstrom herrührenden Wicklungsverluste ein Minimum werden, wenn sowohl der Ständer als auch der Läufer zu gleichen Teilen an der Magnetisierung beteiligt sind, d. h. wenn das in Abb. 1 b dargestellte Diagramm durch die Drehstrom-Erregermaschine erzwungen wird.

Bezeichnet I den gesamten Magnetisierungstrom,
i_1 den Ständermagnetisierungstrom,
i_2 den Läufermagnetisierungstrom,

so wird nämlich bei gleicher primärer und sekundärer Phasen- und Windungszahl und gleichem Widerstand der Wicklungsverlust des Magnetisierungstromes (W) proportional

$$W \sim i_1^2 + i_2^2.$$

Beachtet man weiter die Beziehung

$$I = i_1 + i_2,$$

so wird der gesamte Kupferverlust schließlich proportional

$$W \sim i_1^2 + (I - i_1)^2.$$

Hieraus folgt nach einfacher Differentiation ein Minimum für den Wert

$$i_1 = i_2 = \frac{I}{2}$$

und damit für den Wicklungsverlust des Magnetisierungsstromes der Wert

$$W \sim \frac{I^2}{2}.$$

Gemäß der letzten Beziehung wird also der genannte Verlust nur die Hälfte desjenigen bei alleiniger Magnetisierung des Ständers oder des Läufers. Der Wicklungsverlust des Wirkstromes sowie die Eisenverluste des Hauptfeldes bleiben von der Verteilung des Magnetisierungsstromes praktisch unberührt, da wir die Streuung vernachlässigt haben. Durch die Änderung der Verteilung des Magnetisierungstromes wird also nur der Wicklungsverlust des letzteren geändert. Man erkennt hieraus, daß beim Anschluß einer Drehstrom-Erregermaschine und allmählicher Verbesserung des Leistungsfaktors der Wirkungsgrad der Maschine zunächst ansteigt, dann bei gleicher Verteilung des Magnetisierungstromes ein Maximum erreicht, um bei weiterer Steigerung der Kompensation wieder zu fallen. Hierbei ist nur die Voraussetzung gemacht, wie oben bereits erwähnt, daß der ohmsche Widerstand des Läufers und der des Ständers, umgerechnet auf gleiche Phasen- und Windungszahl, gleich sind, was zwar im allgemeinen nicht genau zutrifft, aber für die hier angestellte Betrachtung hinreichend erfüllt ist. In den meisten Fällen ist infolge der größeren Wicklungsausladung der Ständerwiderstand höher als der Läuferwiderstand, so daß die weiter unten beschriebenen Vorteile noch größer werden als unsere Überlegung ergeben wird. Die von uns vernachlässigte Streuung bedingt ebenfalls eine kleine Verschiebung des Wirkungsgrad-Optimums, doch ist dieser Einfluß bei normalen Maschinen ziemlich belanglos.

Die gleiche Verteilung des Magnetisierungstromes auf den Ständer und Läufer hat wegen der halben Magnetisierungstrom-Wicklungsverluste zunächst den Vorteil der geringen Verluste und damit der geringeren Erwärmung der Hauptmaschine. Insbesondere bei Maschinen mit hohem Magnetisierungstrom, also z. B. bei Langsamläufern — die uns hier besonders interessieren — können diese Vorteile schon von Bedeutung sein. Es sei daran erinnert, daß der Magnetisierungstrom bei Langsamläufern in der Größenordnung des Wirkstromes liegt. Der Minderverlust des Magnetisierungstromes ist daher bei gleicher Magnetisierung etwa $\frac{1}{4}\left[=\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2\frac{1}{2}\right]$ der primären Kupferverluste des nichtkompensierten Motors und in vielen Fällen ausreichend, um die Verluste der Drehstrom-Erregermaschine nebst etwaigem Antriebsmotor zu decken, so daß durch den Anschluß der Erregermaschine der Gesamtwirkungsgrad des Maschinensatzes in keiner Weise verschlechtert, in besonders günstigen Fällen sogar verbessert wird. So ist der genannte Minderverlust bei einem langsamlaufenden 2600 kW-Drehstrommotor ($n =$ 125 U/min) etwa 14 kW, während der Verlust der zugehörigen Drehstrom-Erregermaschine nebst Antriebsmotor nur 12 kW beträgt. Die Mindererwärmung wirkt sich besonders vorteilhaft aus bei hochbeanspruchten Maschinen, bei denen diese gerade dem Ständer zugute kommt, wo die Kupfer- und Eisenverluste besonders hoch sind. Ein weiterer Vorteil der beschriebenen Magnetisierungsstrom-Verteilung besteht darin, daß ein Einbau von mehr Kupfer in den Sekundärteil der kompensierten Maschine in der Regel nicht nötig ist, da der sekundäre Strom selbst bei schlechten Leistungsfaktoren nur unwesentlich gesteigert wird. Eine Sonderbauart der Hauptmaschine ist also im Gegensatz zu Maschinen, die auf $\cos \varphi = 1$ kompensiert werden, nicht erforderlich. Aus demselben Grunde reichen bei gleicher Verteilung des Magnetisierungstromes bei bereits aufgestellten Maschinen der Schleifringkörper und die Schleifringbesetzung aus, so daß irgendwelche Änderungen an den letzteren selbst bei späterem Anschluß einer Erregermaschine in der Regel nicht erforderlich sind. Die Überlastungsfähigkeit der Hauptmaschine wird auch bei gleicher Verteilung des Magnetierungstromes bereits soweit gesteigert, daß solche Motoren den meisten Anforderungen genügen. Man erhält selbst bei Langsamläufern eine Überlastungsfähigkeit in der Größenordnung des 2 ··· 2,5fachen der Normallast. Der Berechner wird dadurch in der Bemessung der Induktionsmaschine viel freier als bei nichtkompen-

sierten Maschinen. In manchen Fällen gelingt es sogar, mit dem nächst kleineren Hauptmotormodell durchzukommen und die verlangte Überlastungsfähigkeit dennoch einzuhalten. Durch die gleiche Verteilung des Magnetisierungstromes ergeben sich erst ideale Drehfeldmaschinen, indem die Stromdurchflutung im Ständer und im Läufer praktisch gleich ist.

Den größten Vorteil bietet jedoch die beschriebene Verteilung des Magnetisierungstromes für die Bemessung der Drehstrom-Erregermaschine. Die erforderliche Kompensationsspannung wird wegen des halben Magnetisierungsstromes im Läufer nur etwa halb so groß, als wenn man auf $\cos \varphi_1 = 1$ im Ständer kompensiert. Der Kommutatorstrom wird ebenfalls etwas geringer. Die Nennleistung der Drehstrom-Erregermaschine wird daher höchstens die Hälfte derjenigen bei Kompensation auf $\cos \varphi_1 = 1$.

Die beschriebenen Verhältnisse sind besonders wichtig bei sehr langsamlaufenden Drehstrommotoren (z. B. $n_0 =$ 107 U/min), wie solche zum direkten Antrieb von Kompressoren in neuerer Zeit vielfach Verwendung finden. Derartige Motoren weisen relativ niedrige Leistungsfaktoren auf. Kompensiert man diese Maschinen auf $\cos \varphi_1 = 1$ oder sogar auf Voreilung, dann ist man genötigt, die Anlaßspannung relativ niedrig und damit den sekundären Strom relativ hoch zu wählen, um mit einigermaßen normalen Drehstrom-Erregermaschinen durchzukommen. Die Folge ist daher eine hochstromige Kommutatormaschine mit entsprechend hohen Kommutatorverlusten und vielen Bürsten. Vielfach greift man zu Doppelmaschinen, um anormale Erregermaschinen zu vermeiden. Wird hingegen der Magnetisierungstrom gleichmäßig verteilt, so kommt man in der Regel mit völlig normalen billigen Drehstrom-Erregermaschinen aus, die überdies kommutierungstechnisch leichter zu beherrschen und daher besonders betriebssicher sind. Ähnliche Verhältnisse treten auf bei Drehstrommotoren, die mit zusätzlichem Widerstand im sekundären Teil zwecks Schlupferhöhung und damit Heranziehung von Schwungmassen zum Ausgleich bei Belastungsstößen ausgerüstet sind.

Die bei dem beschriebenen Kompensierungsverfahren erhaltenen Leistungsfaktoren können der nachstehenden Zahlentafel entnommen werden.

$\cos \varphi_1' = 0{,}70$ vor der Kompensation
ergibt $\cos \varphi_1 = 0{,}90$ nach der Kompensation
$\cos \varphi_1' = 0{,}75$ vor der Kompensation
ergibt $\cos \varphi_1 = 0{,}91$ nach der Kompensation
$\cos \varphi_1' = 0{,}80$ vor der Kompensation
ergibt $\cos \varphi_1 = 0{,}94$ nach der Kompensation
$\cos \varphi_1' = 0{,}85$ vor der Kompensation
ergibt $\cos \varphi_1 = 0{,}96$ nach der Kompensation.

Die Werte ergeben sich aus der einfachen Beziehung

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{1}{2} \operatorname{tg} \varphi_1'.$$

Man sieht hieraus, daß man selbst bei langsamlaufenden Drehstrommotoren, d. h. mit verhältnismäßig schlechten Leistungsfaktoren, immer noch sehr brauchbare Leistungsfaktoren bekommt, die durchweg über 0,9 liegen. Den weitaus meisten cos φ-Tarifen wird daher Genüge geleistet. Die hierbei ersparte Blindleistung ist genau die Hälfte der des nichtkompensierten Motors und beträgt also für die oben angegebenen Leistungsfaktoren rd. 50, 44, 37 bzw. 31 % der zugeführten Wirkleistung, also Werte, die recht beachtenswert sind.

Die im vorhergehenden beschriebene Kompensierungsmethode hat bereits einen Vorläufer, nämlich beim Drehstrom-Reihenschlußmotor. Bei diesem beteiligen sich infolge der Reihenschaltung ganz selbsttätig sowohl der Ständer als auch der Läufer an der Magnetisierung. Wird die aus der Theorie dieser Maschinenart her bekannte Übersetzung[1] $k = 1$ ausgeführt, d. h. Ständer und Läufer mit gleichen wirksamen Windungszahlen, so ist die Teilnahme des Läufers und des Ständers an der Magnetisierung bei allen Betriebszuständen genau gleich. Auch beim doppeltgespeisten Drehstrommotor würde man sicherlich den Magnetisierungstrom auf Läufer und Ständer gleichmäßig verteilen, um geringste Verluste und damit besten Wirkungsgrad zu bekommen.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß die ganze Entwicklung der Blindleistungserzeugung allem Anschein nach dahin geht, daß durch den Einbau der vielen Kleinkondensatoren sowie durch die immer mehr zunehmende Verwendung von Hochspannungskabeln in den Verteilungsnetzen der Bedarf an Blindleistung derart gedeckt sein wird, daß es ausreichend und sogar zweckmäßig sein wird, größere langsamlaufende Drehstrommotoren nicht auf $\cos \varphi_1 = 1$, sondern nur auf Leistungsfaktoren in der Größenordnung 0,9 ··· 0,95 nacheilend zu kompensieren und demnach in weitgehendem Maße von der hier beschriebenen Kompensierungsmethode Gebrauch zu machen. Man erhält dann Drehstrommotoren, die nach jeder Richtung hin (Wirkungsgrad, Erwärmung, Leistungsfaktor, Überlastbarkeit, Anlagekosten) recht vollkommen sind. Die erforderliche Drehstrom-Erregermaschine bedingt dann nur einen Mehrpreis von etwa 6 ··· 12 % des Hauptmotorpreises gegenüber 10 ··· 20 % bei Kompensierung auf $\cos \varphi_1 = 1$. Die durch den Anschluß der Erregermaschine ersparte Blindleistung wird dann mit Anlagekosten erreicht, die von keinem anderen zur Zeit bekannten Mittel zur Erzeugung von Blindleistung unterschritten werden. Nur bei raschlaufenden Induktionsmotoren ($n = 1000$ bis 3000 U/min) ist es zweckmäßiger, auf $\cos \varphi_1 = 1$ bzw. etwas Voreilung zu kompensieren, da hier infolge des relativ geringen Magnetisierungstromes besondere Verhältnisse vorliegen, auf die in einem späteren Aufsatz eingegangen werden soll. Bemerkenswert ist ferner, daß die beschriebene Kompensierungsmethode nur bei Induktionsmaschinen (Motoren und Generatoren) anwendbar ist, während sie bei Synchronmaschinen mit Rücksicht auf Überlastungsfähigkeit ausscheidet. Dort muß man zumindest auf $\cos \varphi_1 = 1$, noch besser auf Voreilung kompensieren, um nicht zu ungünstige Maschinen zu erhalten.

[1] Vgl. Rüdenberg, ETZ 1910, S. 1181.

Zur Statistik der deutschen Elektrizitätswirtschaft seit 1925.

Weitere Ergebnisse.

Von Dipl.-Ing. **Herwarth v. Renesse**, Berlin.

Übersicht. Als Abschluß zu den in Heft 43 und 49 erschienenen Berichten wird vorliegend der Anteil der Energiequellen an der deutschen Stromerzeugung behandelt. Unterlagen sind die amtlichen Erhebungen.

Unterschiede in der Energiewirtschaft der einzelnen Provinzen und Länder Deutschlands treten am stärksten bei einer Unterteilung der Stromerzeugung nach Energiequellen in Erscheinung. Die Bedeutung der süddeutschen Wasserkräfte tritt dabei klar vor Augen, ebenso die Rolle der ortsgebundenen Braunkohlenwerke in Mitteldeutschland und der Rheinprovinz. Dazu gesellt sich das Gas bei den Eigenanlagen der Eisenhüttenindustrie im Ruhrgebiet, in Hannover und Oberschlesien.

Sämtliche Energiequellen durch Angabe der mit ihnen erzeugten Strommengen zu berücksichtigen, würde zu weit über den Rahmen dieser Veröffentlichung hinausführen. Stattdessen soll der prozentuale Anteil an der Stromerzeugung jedes Landesteils gewählt werden. Durch Heranziehung der absoluten Zahlen aus dem ersten Aufsatz, Zahlentafel 1 und 2[1] können überdies leicht die absoluten Strommengen für jede Energiequelle ermittelt werden.

Abb. 1 zeigt den Anteil der wichtigsten Energiequellen (in %) für öffentliche Werke, Abb. 2 für Eigenanlagen. Durch Gegenüberstellung der Jahre 1926 und 1930 ist die ungefähre Entwicklung erkennbar. Unter der Bezeichnung „Feste Brennstoffe außer Steinkohle" sind zusammengefaßt: Rohbraunkohle, Braunkohlenbriketts und Mischung fester Brennstoffe. Da für letztgenannte das Mischungsverhältnis nicht bekannt ist, konnte der hieraus erzeugte Strom nicht entsprechend auf Steinkohle und Braunkohle aufgeteilt werden.

Zu beachten ist, daß die Richtung, in der sich die Entwicklung beispielsweise für den Anteil der Steinkohle

[1] ETZ 1932, S. 1035 u. 1037.

bewegt, in vielen Landesteilen gegenläufig ist. Bei den öffentlichen Werken ist sie überwiegend abnehmend, bei den Eigenanlagen überwiegend zunehmend. Im übrigen sind die besonderen Verhältnisse jedes Werks und Versorgungsgebietes gerade bei diesen Zahlen stark fühlbar, so daß sich schwer einheitliche Ergebnisse erkennen lassen.

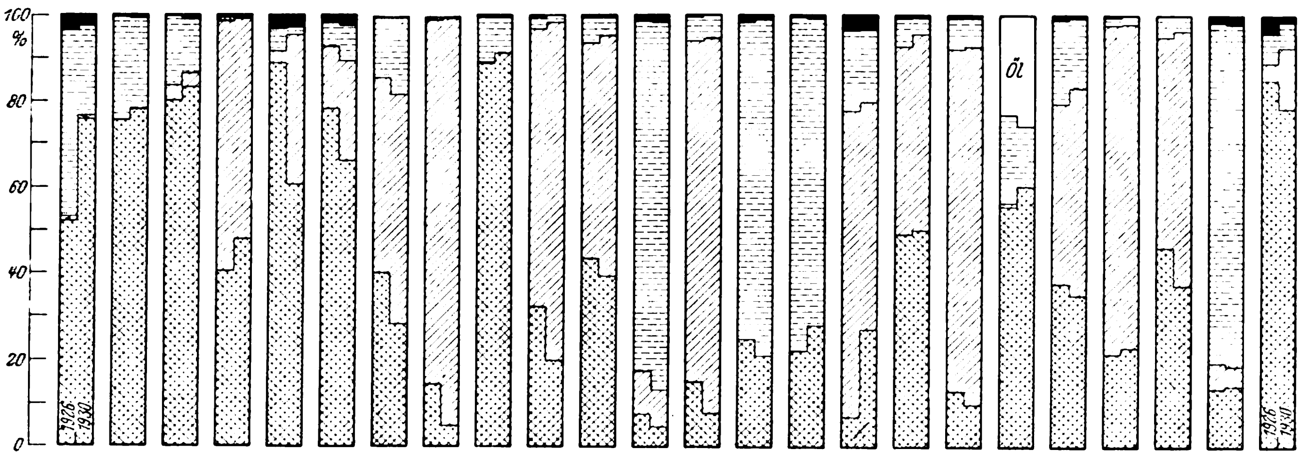


Abb. 1. Anteil der Energiequellen (in %) an der Stromerzeugung der öffentlichen Werke.

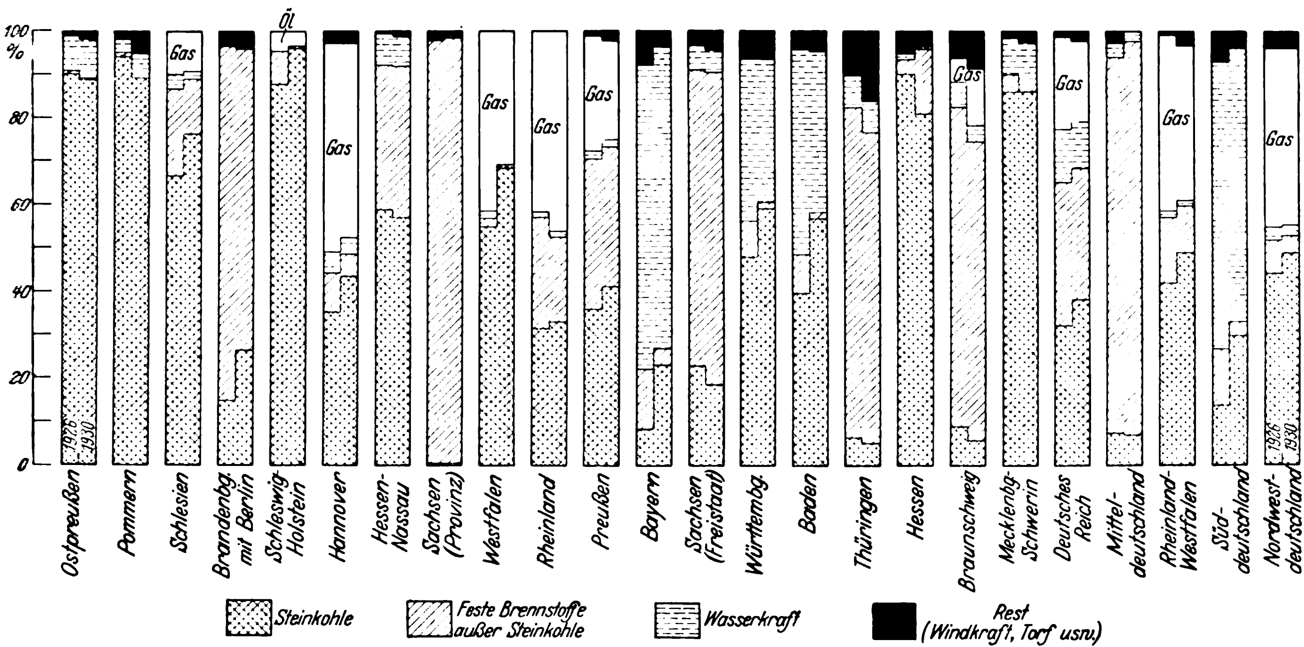


Abb. 2. Anteil der Energiequellen (in %) an der Stromerzeugung der Eigenanlagen.

Zahlentafel 1. Aus Wasserkraft erzeugte Strommengen 1926 ··· 1930.

Landesteil, Land bzw. Wirtschaftsgebiet	Öffentliche Werke Stromerzeugung in Mill kWh					Eigenanlagen Stromerzeugung in Mill kWh				
	1926	1927	1928	1929	1930	1926	1927	1928	1929	1930
Ostpreußen	41,3	36,1	37,7	28,7	33,9	8,8	11,4	12,4	8,9	11,3
Pommern	47,2	54,9	50,7	42,7	45,5	5,2	4,6	3,4	5,2	11,2
Schlesien	112,6	101,2	95,0	88,3	101,1	17,3	19,1	15.5	13,4	15,0
Brandenburg mit Berlin	15,7	17,3	15,6	12,1	18,9	1,6	1,8	1,5	1,4	1,6
Schleswig-Holstein	9,5	9,0	8,5	4,9	5,6	0,06	0,06	0,07	0,18	0,5
Hannover	16,4	33,1	35,1	30,1	32,7	17,3	19,0	16,0	13,3	16,0
Hessen-Nassau	50,2	69,2	89,7	62,7	110,1	16,2	8,5	9,6	8,4	11,5
Sachsen (Provinz)	6,2	6,5	9,4	7,5	6,7	15,0	15,2	12,4	9,1	11,0
Westfalen	66,3	70,6	63,7	53,0	89,6	34,1	34,4	26,9	21,9	29,7
Rheinland	59,0	54,7	38,2	34,4	62,8	31,4	45,9	37,2	28,7	42,1
Preußen	**437,4**	**466,9**	**454,7**	**373,5**	**518,1**	**147,7**	**161,6**	**135,9**	**112,1**	**152,2**
Bayern	852,7	1025,3	1148,2	1192,9	1095,8	1012,3	1094,2	1034,0	1009,2	1070,5
Sachsen (Freistaat)	42,0	59,1	45,8	37,6	78,9	34,4	33,7	34,7	30,2	33,1
Württemberg	202,0	270,2	232,8	242,9	358,4	47,0	50,1	43,7	44,1	48,1
Baden	344,8	419,0	275,4	385,3	471,3	69,0	72,9	73,1	68,4	83,2
Thüringen	9,3	9,6	9,5	6,7	11,4	11,7	19,7	12,6	9,6	12,8
Hessen	6,5	7,6	5,8	4,5	8,1	1,2	1,1	0,4	0,5	0,5
Braunschweig	2,6	3,0	2,5	2,3	3,6	3,9	3,6	2,6	2,1	2,8
Mecklenburg-Schwerin	6,0	7,6	6,6	5,8	6,6	0,82	0,84	0,75	1,09	1,6
Deutsches Reich	**1988,1**	**2366,9**	**2226,9**	**2285,3**	**2259,5**	**1329,4**	**1438,9**	**1339,4**	**1278,8**	**1405,9**
Mitteldeutschland	63,9	82,9	70,8	57,1	104,5	51,0	50,7	48,5	40,7	45,7
Rheinland-Westfalen	125,3	125,3	101,9	87,4	152,4	65,5	80,3	64,0	50,6	71,8
Süddeutschland	1399,4	1714,4	1656,5	1821,1	1925,5	1128,4	1217,1	1150,8	1121,7	1201,8
Nordwestdeutschland	64,8	91,5	88,5	68,3	80,0	17,4	19,1	16,1	13,5	16,5

Insbesondere muß hinsichtlich des Anteils der Wasserkräfte bedacht werden, wie stark die Stromerzeugung aus ihnen durch die Schwankungen im natürlichen Dargebot der Wasserläufe, durch Trockenjahre usw. beeinflußt wird. Zur Verdeutlichung dieses maßgebenden Faktors sei deshalb der Anteil der Wasserkraft ausführlicher, d. h. von Jahr zu Jahr behandelt. Zahlentafel 1 gibt die aus der Wasserkraft erzeugten Strommengen (kWh) von 1926 bis 1930, u. zw. getrennt nach öffentlichen Werken und Eigenanlagen. Die außerordentlichen Größenunterschiede, nämlich der Höchstwert für Bayern, der Niedrigstwert in dieser Aufstellung für Braunschweig, machen es unmöglich, die Werte für jedes Land in gleichem Maßstab graphisch darzustellen. Ein guter Einblick wird aber durch die relative Entwicklung, bezogen auf das Jahr 1926, geboten.

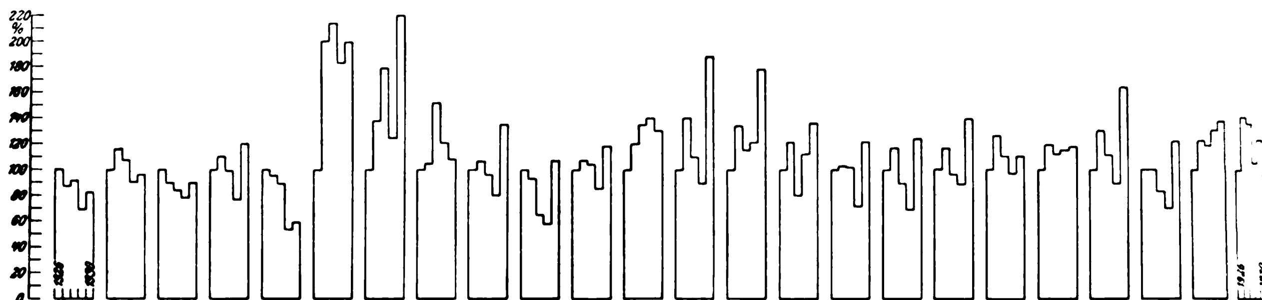


Abb. 3. Entwicklung des Anteils der Wasserkraft an der Stromerzeugung der öffentlichen Werke 1926 ··· 1930.

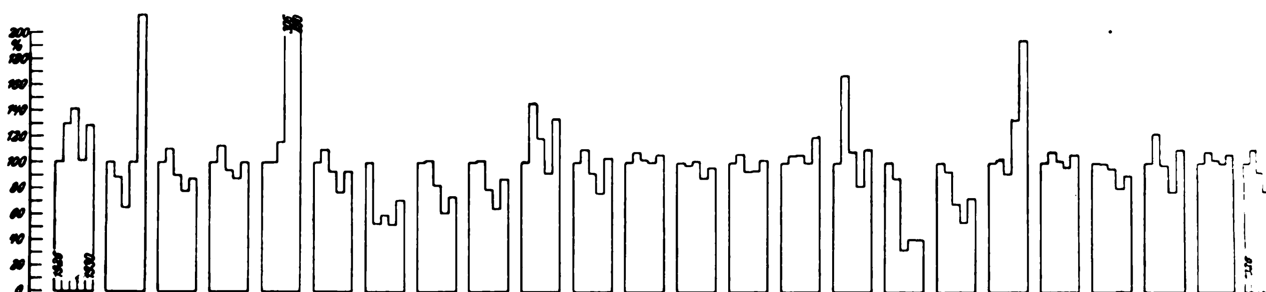


Abb. 4. Entwicklung des Anteils der Wasserkraft an der Stromerzeugung der Eigenanlagen 1926 ··· 1930.

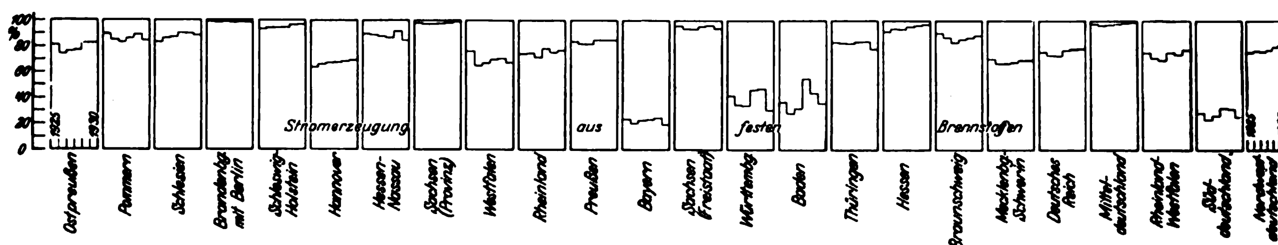


Abb. 5. Anteil der festen Brennstoffe an der Gesamtstromerzeugung 1925 ··· 1930.

Abb. 3 und 4 zeigen die Veränderung der Stromerzeugung aus Wasserkraft, bezogen auf 1926 = 100 %. Man erkennt, daß in den meisten Ländern 1929 ein Tiefstand auftrat, anderseits in den Jahren 1927 und 1930 Höchstwerte besonders bei den öffentlichen Werken erreicht werden. Hinsichtlich der scheinbar ungünstigeren Verhältnisse bei den Eigenanlagen ist an den Einfluß der Wirtschaftslage zu denken. Kleine Betriebe, die keinen Strom verkaufen, können in guten Wasserjahren nichts mit der dargebotenen Energie anfangen, wenn gleichzeitig infolge der allgemeinen Lage ihr Kraftbedarf stark gesunken ist.

Die Rückwirkungen von Schwankungen des Wasserkraftstromes auf die Erzeugung aus festen Brennstoffen werden durch Abb. 5 veranschaulicht. Sie zeigt für die Jahre 1925 ··· 1930 den Anteil der Erzeugung aus festen Brennstoffen an der Gesamtstromerzeugung, also für öffentliche Werke und Eigenanlagen zusammengenommen. Dort, wo in den Abb. 3 und 4 für 1 Jahr besonders niedrige Werte erreicht werden, ist in Abb. 5 eine Steigerung zu erwarten, sofern der Anteil des Wasserstroms an der Gesamtstromerzeugung dieses Landes nicht sehr klein ist. Deutlich erkennbar ist dies für das Jahr 1929 bei Pommern, Hessen-Nassau sowie Freistaat Sachsen, und für die Jahre 1928 und 1929 bei Württemberg und Baden.

Anderseits stellt die Abb. 5 eine Ergänzung der Abb. 1 und 2 dar, insofern Abb. 5 die Anteile der festen Brennstoffe für sämtliche Werke angibt und irrtümliche Schlußfolgerungen ausschließt, die sich aus der Wahl der Jahre 1926 und 1930 in den Abb. 1 und 2 ergeben könnten.

Ein neues Gußeisen.

Gußeisen, d. h. Eisen mit einem C-Gehalt über 2,5 %, galt bisher für nichtschmied- oder walzbar. Hiergegen berichtete H. Nipper auf der Tagung des Vereins Deutscher Gießereifachleute am 12. XI. d. J. über eigene in einer amerikanischen Gießerei durchgeführte Versuche, bei denen Gußeisen mit 3,2 % C und Si- und Mn-Bestandteilen aus 11,8 mm starken Platten zu Blech von etwa 1 mm Stärke ausgewalzt worden ist. Proben waren ausgelegt. Der Werkstoff zeigt in den Schliffbildern die langgestreckten Graphiteinschlüsse. Er besitzt je nach der chemischen Zusammensetzung Festigkeiten bis zu 113 kg/mm² bei 2 % Dehnung. Der Werkstoff hat damit stahlähnliche Eigenschaften ohne den Nachteil starken Rostens, der Alterungsneigung usw. Die Gußeisenbleche können mit Stahlblechen zusammengewalzt werden, wodurch man einen für Bremstrommeln sehr geeigneten Verbund-Werkstoff erhält, der leichtes Gewicht mit rauher Oberfläche vereinigt. Die Haftung beider Werkstoffe aneinander ist außerordentlich groß. Der Verbund-Werkstoff läßt sich auch elektrisch stumpf schweißen. In dem Werkstoff dürfte sich auch ein geeignetes Aufbaumaterial für Federn darbieten. In bestimmter Zusammensetzung ist auch an die Auswertung der Walz-Gußeisenbleche als Transformatorenbleche gedacht.

Pge.

Messung der Übersetzung von Drehstrom-Transformatoren.

Von F. Heiles, Karlsruhe.

Übersicht. Das übliche Verfahren, die Übersetzung eines Transformators durch Messung der primären und sekundären Klemmenspannung zu ermitteln, liefert bei Drehstrom-Transformatoren nicht unter allen Umständen richtige Ergebnisse, wenn das angelegte Spannungsystem unsymmetrisch ist. Es wird untersucht, welche Spannungen der Ober- und Unterspannungseite zueinander in Beziehung zu setzen sind, um die Übersetzung auch bei Unsymmetrie des angelegten Spannungssystems richtig zu erhalten. Die Ergebnisse für die einzelnen Schaltarten sind in Tafelform zusammengestellt.

Die Übersetzung eines Transformators ist nach § 11 der R.E.T./1930 definiert als das Verhältnis der Windungszahlen unter Berücksichtigung der Schaltart. Sehen wir zunächst von der Schaltart ab, betrachten also z. B. einen Einphasen-Transformator oder einen Wicklungsstrang eines Drehstrom-Transformators mit Stern-Stern- oder Dreieck-Dreieck-Schaltung, so besteht zwischen den Windungszahlen w_o und w_u und den EMKen E_o und E_u der Ober- und Unterspannungswicklung die Beziehung

$$\frac{E_o}{E_u} = \frac{c\, w_o\, \Phi_o}{c\, w_u\, \Phi_u}, \tag{1}$$

wobei c eine Proportionalitätskonstante, Φ_o und Φ_u die mit der Ober- und Unterspannungswicklung verketteten magnetischen Flüsse sind.

Daraus folgt für die Übersetzung $\ddot{u}$

$$\ddot{u} = \frac{w_o}{w_u} = \frac{E_o}{E_u}\,\frac{\Phi_u}{\Phi_o}. \tag{2}$$

Die Messung der Übersetzung erfolgt nun in der Weise, daß im Leerlauf die Spannungen an der Ober- und Unterspannungswicklung gemessen und ihr Verhältnis gleich der Übersetzung gesetzt wird. Dabei setzt man stillschweigend voraus, daß das Verhältnis der Leerlaufspannungen gleich demjenigen der EMKe ist und daß die mit den Wicklungen verketteten Flüsse Φ_o und Φ_u dieselbe Größe haben.

Die erste Voraussetzung ist immer nur angenähert erfüllt, weil in der gespeisten Wicklung die EMK sich von der Leerlaufspannung um den Spannungsverlust durch den Leerlaufstrom (besonders dessen Blindkomponente) unterscheidet. Diesen Unterschied können wir aber sehr klein machen, wenn wir die Messung bei verminderter Spannung durchführen, weil die Blindkomponente des Leerlaufstromes (der Magnetisierungstrom) bei sinkender Klemmenspannung sehr stark zurückgeht. Für den Fall, daß $\Phi_o = \Phi_u$, also $\frac{\Phi_u}{\Phi_o} = 1$ ist, können wir also mit hinreichender Genauigkeit setzen

$$\ddot{u} = \frac{w_o}{w_u} = \frac{U_o}{U_u}. \tag{3}$$

Die Voraussetzung, daß die mit den Wicklungen verketteten Flüsse gleich groß sind, ist bei den Einphasen-Transformatoren üblicher Bauart immer erfüllt; bei den Drehstrom-Transformatoren ist dies jedoch, wie wir sehen werden, durchaus nicht ohne weiteres der Fall.

Die magnetischen Flüsse in den drei Kernen eines Drehstrom-Transformators sind ihrem Effektivwert nach unter sich nicht gleich, wenn das angelegte Spannungssystem unsymmetrisch ist. Mit solchen Unsymmetrien muß aber bei der Messung der Übersetzung immer gerechnet werden, besonders dann, wenn die Leerlauf-Scheinleistung des Transformators bei der angelegten Spannung den speisenden Generator schon mit einem erheblichen Teil seiner Nennleistung belastet. Der Leerlauf-Scheinwiderstand des Drehstrom-Transformators üblicher Bauart ist für die drei Wicklungsstränge nicht gleich. Der Transformator stellt also für den Generator eine unsymmetrische Belastung dar, welche das Spannungsystem verzerrt.

Wir betrachten nun einen Drehstrom-Transformator, dessen Wicklungen beide in Stern geschaltet sind (Abb. 1). Wenn wir die angelegte Spannung so niedrig wählen, daß sich das Eisen in ungesättigtem Zustand befindet, so ist die vektorielle Summe der drei Flüsse gleich Null; es ist

$$\dot{\Phi}_I + \dot{\Phi}_{II} + \dot{\Phi}_{III} = 0. \tag{4}$$

Die absoluten Beträge von Φ_I, Φ_{II} und Φ_{III} sind jedoch im allgemeinen unter sich nicht gleich.

Wenn wir nun beispielsweise die Spannungen zwischen den Klemmen U-V und u-v messen, so ist nach den Bezeichnungen der Abb. 1 unter Zugrundelegung der Zählpfeile für die Flüsse nach Abb. 2 das Verhältnis der Spannungen

$$\frac{U_{U\text{-}V}}{U_{u\text{-}v}} = \frac{|c\, w_o (\dot{\Phi}_I - \dot{\Phi}_{II})|}{|c\, w_u (\dot{\Phi}_I - \dot{\Phi}_{II})|} = \frac{w_o}{w_u} = \ddot{u}. \tag{5}$$

Das gleiche Verhältnis besteht auch zwischen den übrigen entsprechenden verketteten Spannungen der Ober- und Unterspannungseite, ebenso natürlich auch zwischen den entsprechenden Strangspannungen. Wir messen also bei der Stern-Stern-Schaltung (Schaltung A_2 und B_2 der R.E.T./1930) die Übersetzung immer richtig, wenn wir das Verhältnis von zwei Spannungen bilden, die an entsprechenden Klemmen der Ober- und Unterspannungswicklung gemessen sind. Man sieht leicht ein, daß das gleiche auch für die Schaltungen A_1 und B_1 gilt.

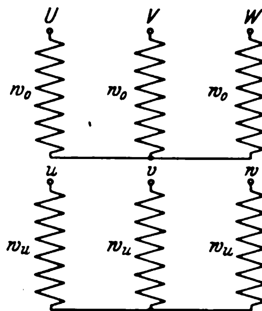


Abb. 1. Bezeichnungen bei der Stern-Stern-Schaltung.

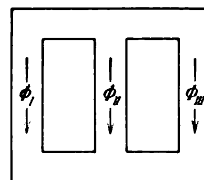


Abb. 2. Eisenkern mit Angabe der Zählrichtung für die Flüsse.

Wir betrachten nun in gleicher Weise beispielsweise die Schaltung C_3 (Abb. 3). Bilden wir hier die Spannungen zwischen den Klemmen U-V und u-v, so erhalten wir

$$\frac{U_{U\text{-}V}}{U_{u\text{-}v}} = \frac{|c\, w_o (\dot{\Phi}_I - \dot{\Phi}_{II})|}{\left|c\left[\frac{w_u}{2}(-\dot{\Phi}_I) + \frac{w_u}{2}\dot{\Phi}_{II} + \frac{w_u}{2}(-\dot{\Phi}_{III}) + \frac{w_u}{2}\dot{\Phi}_{II}\right]\right|}. \tag{6}$$

Unter Beachtung von Gl. (4) geht Gl. (6) über in

$$\frac{U_{U\text{-}V}}{U_{u\text{-}v}} = \frac{|c\, w_o (\dot{\Phi}_I - \dot{\Phi}_{II})|}{\left|c\,\frac{3}{2}\, w_u \dot{\Phi}_{II}\right|} = \frac{w_o}{w_u}\,\frac{|\dot{\Phi}_I - \dot{\Phi}_{II}|}{\left|\frac{3}{2}\dot{\Phi}_{II}\right|}.$$

Da bei der Schaltung C_3 die Übersetzung $\ddot{u}$ gegeben ist durch die Beziehung

$$\ddot{u} = \frac{2\, w_o}{\sqrt{3}\, w_u}, \tag{7}$$

so wird

$$\ddot{u} = \frac{U_{U\text{-}V}}{U_{u\text{-}v}}\,\frac{|\sqrt{3}\,\dot{\Phi}_{II}|}{|\dot{\Phi}_I - \dot{\Phi}_{II}|}. \tag{8}$$

Die Übersetzung wird also nur dann durch das Verhältnis der Spannung $U_{U\text{-}V}$ zur Spannung $U_{u\text{-}v}$ genau wiedergegeben, wenn

$$\frac{|\sqrt{3}\,\dot{\Phi}_{II}|}{|\dot{\Phi}_I - \dot{\Phi}_{II}|} = 1 \tag{9}$$

ist. Dies ist aber nur der Fall, wenn die drei Flüsse ihrem absoluten Werte nach gleich groß und in der Phase um 120° verschoben sind, d. h. wenn das angelegte Spannungsystem symmetrisch ist (Abb. 4).

Wir bilden nunmehr das Verhältnis der Spannungen $U_{U\text{-}V}$ und $U_{0\text{-}u}$ und erhalten

$$\frac{U_{U\text{-}V}}{U_{0\text{-}u}} = \frac{|c\, w_o (\dot{\Phi}_I - \dot{\Phi}_{II})|}{\left|c\,\frac{w_u}{2}(\dot{\Phi}_I - \dot{\Phi}_{II})\right|} = \frac{2\, w_o}{w_u}. \tag{10}$$

Daraus folgt unter Berücksichtigung der Gl. (7)

$$\ddot{u} = \frac{2\,w_o}{\sqrt{3}\,w_u} = \frac{U_{U\text{-}V}}{\sqrt{3}\,U_{0\text{-}u}}. \qquad (11)$$

Wir erkennen aus Gl. (11), daß wir aus dem Verhältnis der Spannungen $U_{U\text{-}V}$ und $U_{0\text{-}u}$ die Übersetzung bestimmen können unabhängig davon, ob das angelegte Spannungsystem symmetrisch ist oder nicht. Durch zyklische

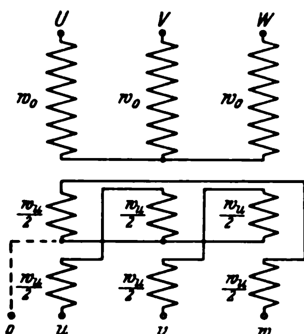


Abb. 3. Bezeichnungen bei der Stern-Zickzack-Schaltung.

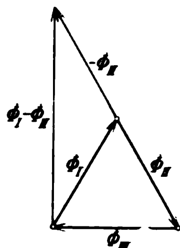


Abb 4. Vektordiagramm der Flüsse eines Drehstrom-Transformators.

Vertauschung lassen sich auch die übrigen Spannungspaare leicht finden, aus deren Verhältnis die Übersetzung zu ermitteln ist.

In gleicher Weise kann man die übrigen Schaltungen untersuchen und erhält auch hier die zusammengehörigen Spannungspaare, aus denen sich unabhängig von der Gestalt des aufgedrückten Spannungsystems die richtigen Übersetzungen ergeben. In der beigefügten Tafel 1 sind diese Paare für die einzelnen Schaltungen angegeben. In der letzten Reihe der Tafel ist noch die jeweils zu benutzende Gleichung für die Berechnung der Übersetzung aus dem Verhältnis dieser Spannungspaare aufgeführt.

Tafel 1. Spannungspaare für die richtige Messung und Gleichungen für die Berechnung der Übersetzung.

Schaltungen							
A_1 und B_1, A_3 und P_3		A_2 und P_2		C_1 und D_1, C_3 und D_3		C_2 und D_2	
U_o	U_u	U_o	U_u	U_o	U_u	U_o	U_u
U-V	u-v	U-V	u-v	U-V	0-u	0-U	w-u
V-W	v-w	V-W	v-w	V-W	0-v	0-V	u-v
W-U	w-u	W-U	w-u	W-U	0-w	0-W	v-w
		0-U	0-u				
		0-V	0-v				
		0-W	0-w				
$\ddot{u} = \frac{U_o}{U_u}$		$\ddot{u} = \frac{U_o}{U_u}$		$\ddot{u} = \frac{U_o}{\sqrt{3}\,U_u}$		$\ddot{u} = \frac{\sqrt{3}\,U_o}{U_u}$	

Über die Kurvenform der angelegten Spannung hatten wir bisher keine Voraussetzungen gemacht. Die aufgestellten Gleichungen gelten zunächst nur für sinusförmigen Verlauf der Spannungen und Flüsse. Bei Abweichung von der Sinusform lassen sich aber sowohl für die Grundwelle als auch für jede einzelne Oberwelle Beziehungen der gleichen Art aufstellen, sofern nur für jede Einzelwelle Gl. (4) erfüllt ist. Das Verhältnis der EMKe der Ober- und Unterspannungswicklung ist dabei für alle Einzelwellen dasselbe. Da der gesamte Effektivwert die geometrische Summe aus den Effektivwerten der Einzelwellen darstellt, gilt auch für ihn das gleiche Verhältnis. Die abgeleiteten Beziehungen sind mithin bei jeder Kurvenform richtig.

Elektrische gleislose Bahnen in Italien.

Denti[1] betrachtet die Wirtschaftlichkeit einer städtischen elektrischen Straßenbahn im Gegensatz zum Autobus und kommt zu dem Ergebnis, daß der Autobetrieb immer mehr kostet als ein Straßenbahnverkehr und dabei den Nachteil hat, vom Auslande Betriebstoff einführen zu müssen. Ein Naphthabetrieb könnte gegenüber Benzin eine Verbilligung herbeiführen.

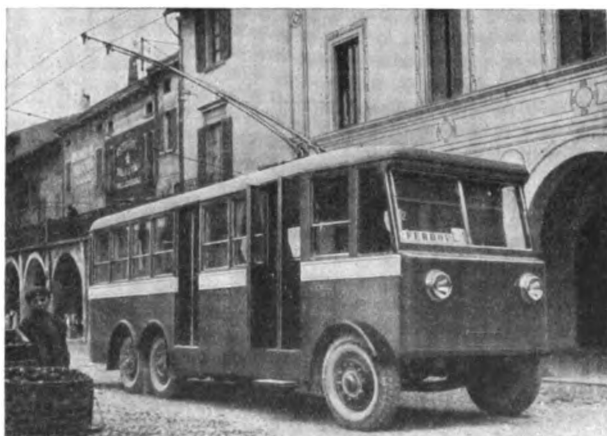


Abb. 1. Triebwagen der gleislosen Bahn in Desenzano.

Eine erhöhte Wirtschaftlichkeit unter Beibehaltung der Beweglichkeit im Straßenverkehr sieht der Verfasser im elektrischen Antrieb der Autobusse, aber besonders derjenigen mit oberirdischer Stromzuführung. Diese längst bekannte Betriebsart wird in neuerer Zeit wieder mehrfach angewandt. In England laufen auf etwa 30 Linien 600 Wagen. Der Verfasser schildert dann seine Erfahrungen mit dem Leitungsbus in Desenzano, Streckenlänge 3 km, Neigung bis 70 : 1000. Die dreiachsigen Wagen wiegen 3,9 t. Der Motor von 45 kW, 550 V Gleichstrom wirkt auf die beiden hinteren Achsen. Die Wagen haben 33 Sitzplätze.

[1] E. Denti, Energia elettr. Bd. 8, S. 688.

Piazza[2] gibt eine Schilderung der elektrischen gleislosen Bahnen als Massenbeförderungsmittel in England und Amerika und beschreibt die neue Linie Gatto—Cavoretto (Turin). Die Vorteile der gleislosen Bahn sieht der Verfasser in folgendem:

Gegenüber der Straßenbahn:

1. Geringere Kapitalinvestierung auf den Sitzplatz bezogen,
2. größere Verkehrsicherheit,
3. große Manövrierfähigkeit,
4. Geräuschlosigkeit,
5. Ein- und Aussteigen am Gehsteig,
6. größere Nutzfahrgeschwindigkeit.

Gegenüber dem Benzinautobus:

1. Geringere Energiekosten,
2. geringere Unterhaltungskosten durch Fortfall des Schienennetzes,
3. größere Nutzfahrgeschwindigkeit,
4. mehr Energie für das Anfahren,
5. Geruchlosigkeit,
6. Geräuschlosigkeit.

Ein Unterhaltungskostenvergleich in Amerika ergab in Cents:

	Ohneschienenbahn:	Autobus:
Benzinmotoren, Getriebe . . .	—	2,5 ··· 2,7
Elektrische Ausrüstung . . .	0,5 ··· 0,7	—
Oberleitung	0,6 ··· 0,9	—
Garage oder Wagenhalle . . .	1,0 ··· 1,4	1,7 ··· 2,5
zusammen:	2,1 ··· 3,0	4,2 ··· 5,2

Die Kosten der Energie betrugen:

Elektrische Energie	2,3 ··· 2,6
Auto-Betriebstoff	4,3 ··· 5,0.

Nach einer Beschreibung des elektrischen Teiles der Wagen schildert der Verfasser die Leitungsführung der Oberleitungen.

Die Wagen der Strecke Ponte del Gatto—Cavoretto haben Motoren von 35 PS und 600 V und wiegen besetzt 9,5 t. Die Strecke ist sehr kurvenreich, und die Steigungen gehen bis 6,5 %. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt 36 ··· 38 km/h. *Rtz.*

[2] E. M. Piazza, Elettrotecn. Bd. 18, S. 769.

RUNDSCHAU.

Meßgeräte und Meßverfahren.

Hochspannungs-Elektrometer. — Bei dem Hochspannungs-Elektrometer von Th. Wulf (Abb. 1) steht einem durch zwei Federn aus Quarzfaden Q, Q' elastisch gespannten Wollastonfaden eine Metallkugel K gegenüber, die durch einen Isolator J ins Innere eingeführt wird und an einer Stange T zur Änderung der Empfindlichkeit verschiebbar ist. Die Ablesung erfolgt entweder mit Mikroskop und Okularskala oder durch Projektion. Die Fadenbewegung wird durch die Metallteile des Mikroskops aus ihrer Ebene abgelenkt; dieser Einfluß wird durch ein zweites verschiebbares Mikroskoprohr auf der andern Seite des Fadens kompensiert. Die Dauer der Einstellung ist von der Größenordnung 0,1 s; die Dämpfung der Fadenbewegung erfolgt durch die Luft; sie ist bei den meist benutzten Fadenspannungen nahezu die kritische. Für kleine Spannungen bis zu 800 V wird die Spannung an den Faden gelegt, die Kugel geerdet. Für größere Spannung wird der Faden mit dem Gehäuse verbunden, die Kugel K aufgeladen. Durch Verschieben der Influenzkugel kann man den Meßbereich in weiten Grenzen (z. B. 6000 ··· 50 000 V) verändern. Die einzelnen Eichkurven unterscheiden sich nur um konstante Faktoren; auch läßt sich die Eichkurve bei Influenzschaltung mit der Eichkurve für Abstoßschaltung nachprüfen. Mit der Schraube S kann der Faden seitlich verschoben werden. Dadurch läßt sich nicht nur der Nullpunkt scharf einstellen, sondern man kann auch den Nullpunkt unterdrücken und den ersten unempfindlichen Teil der Eichkurve nicht zur Beobachtung kommen lassen. Der Faden ist durch die der Kugel näher liegenden Teile der Gehäusewand so geschützt, daß ein überschlagender Funken den Faden nicht erreicht. (Th. Wulf, Physik. Z. Bd. 31, S. 315 u. 1030.) *Br.*

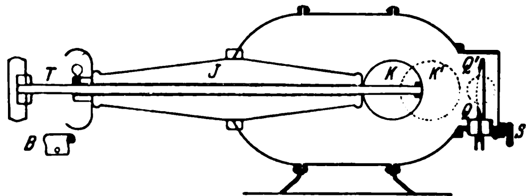


Abb. 1. Hochspannungs-Elektrometer von Wulf.

Bemerkungen zu den deutschen Meßwandler-Regeln R.E.W. 1932. — Prof. M. A. Iliovici, beratender Ingenieur der Cie. pour la Fabrication des Compteurs, beschreibt einige von der C.d.C. neu hergestellte Wandler, insbesondere eine neue Form des kompoundierten Wandlers, den „Transformator Φ", Stabwandler für niedrige Stromstärken und zwei für die C.d.C. neue Typen, einen porzellanisolierten Stromwandler, der dem Reifenwandler des Sachsenwerks sehr ähnlich sieht, und weiterhin einen Trockenspannungswandler mit Porzellanisolierung, der ziemlich genau dem Trockenspannungswandler in der Ausführung von Siemens & Halske entspricht.

In einem Anhang zu diesem Bericht äußert sich Iliovici zu den IEC- und Meßwandlerregeln, wie sie in Stockholm im Sommer 1930 beschlossen wurden, und nimmt insbesondere Stellung zu den diesbezüglichen deutschen Bestimmungen. Iliovici hebt besonders hervor, daß allein die französischen Vorschriften sehr hohe Überstromprüprüfung der Stromwandler vorschreiben, viel mehr als in anderen Ländern. Er weist darauf hin, daß in den alten deutschen „Regeln für Meßwandler" schon diese Überstromfestigkeit weit weniger hoch verlangt wurde als in Frankreich, und daß man in den neuen deutschen „Regeln für Wandler, R.E.W./1932" davon überhaupt nicht mehr rede.

Es ist notwendig, hier zu sagen, daß die deutschen Bestimmungen die Überstromfestigkeit keineswegs vernachlässigt haben, daß aber darauf verzichtet wurde, bei den einzelnen Wandlerklassen bestimmte Vorschriften zu machen. Die Praxis hat gezeigt, daß für kurzschlußgefährdete Wandler immer eine Spezialanfertigung stattfinden muß. Die deutsche Technik ist absolut imstande, dieselbe Kurzschlußfestigkeit zu erzielen wie die französischen Firmen, nur hat man darauf verzichtet, unnützerweise an Wandler Anforderungen zu stellen, wo sie nicht am Platze sind. Es ist nicht richtig, daß in den vorerwähnten R.E.W./1932 von der dynamischen Festigkeit überhaupt nicht mehr die Rede ist, es sind ausdrücklich Angaben über die Bezeichnung der thermischen und dynamischen Festigkeit auf dem Schild gemacht. Das Übertreiben der Vorschriften in dieser Hinsicht ist vollkommen zwecklos, außerdem macht die ehrliche Prüfung eines Wandlers bei sehr hohem Kurzschlußstrom außerordentliche Schwierigkeiten und Kosten und erfordert auch sehr große Prüfanlagen, so daß sie nur in den seltensten Fällen durchgeführt werden kann. Genau dieselben Verhältnisse dürften auch in Frankreich vorliegen.

In weiteren Ausführungen nimmt Iliovici Stellung zu der Frage der Prüfspannung, die in Frankreich für die Meßwandler nach der Formel $2\,U + 1000$ berechnet wird. Iliovici weist darauf hin, daß die deutschen Wandler nach der Formel $2{,}2\,U + 20$ kV geprüft werden. Er sagt aber, daß die Reihenspannung, die dieser Formel zugrunde zu legen ist, ungefähr 15 % niedriger sei als die Betriebsspannung, die den französischen Regeln zugrunde liegt, und daß auf diese Weise die deutsche Formel tatsächlich weniger streng sei, als es scheine. Es ist nicht recht einzusehen, wie man zu diesem Ergebnis kommen kann. Der deutsche 10 kV-Wandler wird mit 42 kV geprüft, er darf für Spannungen bis zu 11,5 kV, also 15 % über der Reihenspannung, verwendet werden. Der französische Wandler für 11,5 kV würde mit 24 kV geprüft werden, zwischen 24 und 42 kV ist aber noch eine sehr große Spanne. Der 100 kV-Wandler wird bei uns mit 240 kV geprüft, für 115 kV Betriebsspannung ergibt sich in Frankreich nach der Formel eine Prüfspannung von 231 kV, also auch noch niedriger als die deutsche.

Iliovici weist darauf hin, daß die Anwendung sehr hoher Prüfspannungen keineswegs die Betriebsicherheit des Materials im Laufe langer Zeit gewährleistet und daß unter Umständen durch die Prüfung mit allzu hoher Spannung das Material beschädigt wird. Er glaubt deshalb, daß man auf diese Weise die Transformatoren teurer bauen müßte, als es notwendig wäre, und sagt, daß die französische Formel $2\,U + 1000$ für die praktischen Bedürfnisse vollkommen ausreiche.

Iliovici hat, angeregt durch die Bestrebungen des Berichterstatters, Spannungswandler der C.d.C. 8 ··· 9 h lang mit der doppelten Betriebspannung ohne Beschädigung unter Spannung gehalten. (M. A. Iliovici, Bull. Soc. franç. Électr. V. Serie, Bd. 2, 1932, S. 1117.) Keinath.

Über ein Präzisionsverfahren zur Messung kurzer Wellen. — Die zu messende Frequenz wird in einem Kurzwellenempfänger mit einer Oberwelle eines Langwellen-Oszillators zur Interferenz gebracht. Um die Amplitude der benutzten Oberwelle in die Größenordnung der Welle des zu messenden Senders zu bringen, kommt wegen der hohen Ordnungszahl der benutzten Oberwellen ein sehr kräftiger Langwellen-Oszillator zur Anwendung. Seine Frequenz wird mit einem geeichten Resonanzwellenmesser ermittelt, dessen Meßbereich nur einige Prozent seiner Frequenz umfaßt.

Als Resonanzanzeiger dient das bekannte Verstimmungsverfahren. Der Wellenmesser ist mit dem Langwellensender so fest gekoppelt, daß er diesen bei Resonanznähe merklich verstimmt, bei Resonanz jedoch nicht. Die Resonanzeinstellung wird mittels Spezialüberlagerer sehr genau bestimmt. Dem Abstimmkondensator des Überlagerers wird durch ein Uhrwerk in regelmäßigen Zeitabständen ein Blockkondensator parallel geschaltet. Wird der Überlagerer nun so eingestellt, daß seine Frequenz einmal oberhalb, das andere Mal um denselben Betrag unterhalb der Frequenz des Langwellensenders liegt, so kann aus der Änderung des Überlagerungstones bei Resonanznähe des Wellenmessers der letztere bis auf wenige Hertz genau abgestimmt werden. Die Eichung des Wellenmessers erfolgt mit dem gleichen Verfahren unter Benutzung von Leuchtquarz-Resonatoren.

Die Ordnungszahl der benutzten Oberwelle ergibt sich durch zwei Messungen mit benachbarten Oberwellen. Sind zur Messung einer Frequenz f_x die beiden Grundschwin-

gungen f_0 und f_1 mit den Ordnungszahlen n und $n-1$ benutzt worden, so gilt:

$$f_x = \frac{f_1 f_0}{f_1 - f_0}.$$

(W. Fehr u. G. Leithäuser, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 337 [RPZ.].) *Pfz.*

Beleuchtung.

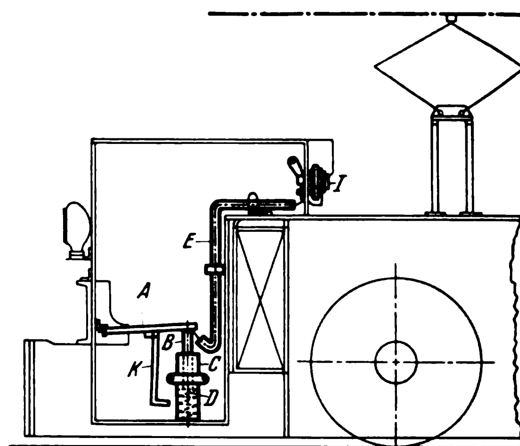
Untersuchungen über die Durchdringung des Nebels. — Für die Durchdringung des Nebels zur Signalgebung hat nur das ultrarote Gebiet Aussicht auf Wirksamkeit. Frühere Untersuchungen haben ergeben, daß das nahe Ultrarot die geringste Absorption im Nebel erfährt. Bisher ist es nicht möglich gewesen, gleichzeitig in mehreren Spektralgebieten die Nebeldurchdringungsfähigkeit der Strahlung verschiedener Wellenlänge zu untersuchen. Mit einem schnell aufzeichnenden Meßverfahren waren daher neue Aufschlüsse über die spektrale Durchlässigkeit des Nebels zu erwarten. Untersucht wurde der Bereich von 0,6 ··· 2,15 μ. Es hat sich gezeigt, daß Wolken für Ultrarot nicht besser durchlässig sind als für gewöhnliches Licht. Nur im eigentlichen Nebel, namentlich in künstlichen Nebelstoffen, war das Ultrarot in bezug auf das Durchdringungsvermögen besser als das sichtbare Licht. Die Möglichkeit der Verfolgung schneller zeitlicher Änderungen hat insbesondere den Nachweis erbracht, daß das Exponentialgesetz innerhalb größerer Dichteänderungen erfüllt ist. (C. Müller, H. Teißing und H. Kießig, Z. VDI Bd. 76, S. 925.) *F. Bn.*

Ultraviolett-Lichtquellen. — Die Westinghouse-Gesellschaft (Pittsburgh, USA.) hat eine Ultraviolett-Lichtquelle, die „G 1"-Lampe, entwickelt, die nur einen Leistungsaufwand von etwa 40 W erfordert. Es handelt sich um eine Glimmlampe mit Quecksilberfüllung und Argonzusatz. Die Lampe hat Oxydelektroden, die durch Wolframwedel geheizt werden. Die Lampen werden nur für Wechselstrom gebaut und brennen entweder am Transformator oder mit einer Drossel oder einer 95 V-Glühlampe in Reihe. Die Spannung an der G 1-Lampe beträgt etwa 20 V. Die Strahlung der Glimmentladung ist mit der Durchlässigkeit des Glaskolbens so abgestimmt, daß die UV.-Strahlung etwa der der Junisonne entspricht. Für die Anwendung kommen alle Gebiete in Frage, in denen eine gesundheitsfördernde Wirkung der Beleuchtung erwünscht ist: Beleuchung im Heim, im Büro, in Fabriken, ferner dort, wo durch eine milde UV.-Strahlung eine wachstumfördernde Wirkung angestrebt wird, z. B. in der Landwirtschaft, insbesondere für die Hühnerzucht. (Westinghouse techn. Press Serv. Nr. A 8856.) *F. Bn.*

Bergbau und Hütte.

Verhütung von Unfällen im Lokomotivbetrieb untertage. — Nicht zu oft entstehen Unglücksfälle von Lokomotivführern dadurch, daß sie nach dem Abspringen während der Fahrt zwischen Stoß und Maschine gequetscht werden oder hinfallen und dann von der Maschine mitgeschleift werden. Derartige Unfälle werden durch eine vom Elektrosteiger Ewers der Zeche Friedrich Heinrich in Lintorf erfundene Stillsetzvorrichtung für elektrische Fahrdrahtlokomotiven verhindert, welche sofort in Tätigkeit tritt, wenn der Lokomotivführer den Führerstand verläßt. Die Einrichtung, die sich gut bewährt hat, zeigt Abb. 2. Der Sitz des Lokomotivführers liegt mit einer Seite auf einer Stütze auf, die, geführt durch einen Zylinder, auf einer Feder lagert. Das obere Ende dieser Stütze ist durch einen Drahtzug und eine Gabel mit dem Hebel des Überstromschalters verbunden, u. zw. derart, daß je nach der Stellung der Stütze der Schalter ein- oder ausschaltet. Ist der Lokomotivführersitz unbelastet und die Stütze in der Höchststellung, so ist der Schalter ausgeschaltet. Ein Einschalten ist nur bei belastetem Führersitz möglich, wobei der Lokomotivführer entweder sich auf seinen Sitz setzen oder auf die am Sitz angebrachte Fußraste stellen muß. Bedingung für das Einschalten ist also, daß sich der Lokomotivführer im Führerstand befindet. Beim Verlassen der Maschine schaltet sie sich selbsttätig aus. Mit dem selbsttätigen Ausschalten des Überstromauslösers wird zu gleicher Zeit selbsttätig ein Leerlaufstrom-Notschalter eingeschaltet, der mit dem Kontroller in kontaktmäßiger Verbindung steht. Die Konstruktion der Schaltwalze ist derart, daß sie bei Betätigung des Schalters eine Kreuzschaltung der Magnetfelder der leerlaufenden Motoren herbeiführt, so daß die Maschine im Augenblick zum Stillstand kommt. Der Schalter hat nur einen geringen Raumbedarf und läßt sich in bequemer Weise im Führerstand unterbringen.

Die roten Schlußlampen, die nach den Bestimmungen für die elektrische Lokomotivförderung untertage an der Hinterwand des letzten Wagens eines jeden durch Lokomotiven bewegten Zuges anzubringen sind, weisen verschiedene Nachteile auf. Erstens werden sie leicht beschädigt; sodann fallen sie leicht heraus; weiter werden sie wegen ihres Gewichtes von den Leuten nur ungern ge-



A Führersitz *B* Stütze *C* Zylinder *D* Feder *E* Drahtzug *I* Überstromschalter *K* Fußraste

Abb. 2. Zwangläufige Ein- und Ausschaltvorrichtung an elektrischen Grubenlokomotiven.

tragen. Man hat daher die Lampen durch entsprechend gebaute Rückstrahler, sog. Katzenaugen, ersetzt. Da der Rückstrahler doppelseitig ist, kann er von dem Lokomotivführer des betreffenden Zuges selbst durch Einschalten der Scheinwerferlampe der Maschine angeleuchtet werden. Der Lokomotivführer des nachfolgenden Zuges kann den Rückstrahler infolge des Lichtes der Lokomotiven im allgemeinen gut sehen. (Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 1931, S. 98.) *Sgm.*

Fernmeldetechnik.

Das schweizerische Fernmeldewesen im Jahre 1931. — Das Berichtsjahr stand im Zeichen der Auswirkungen der Weltwirtschaftskrise. Die Folge davon war ein weiterer starker Rückgang des Telegraphenverkehrs, während das Fernsprechwesen sich als weniger krisenempfindlich erwies und dem wirtschaftlichen Druck standhielt. Die Verbesserung der Arbeitsleistungen im Telegraphenbetrieb konnte seine Wirtschaftlichkeit nicht entscheidend beeinflussen, weil die Personalausgaben nicht nennenswert gesenkt werden konnten. Immerhin betrug die Einsparung an Telegraphen- und Fernsprechpersonal Ende 1931 22 % des Ende 1920 erreichten Höchststandes. Während der Telegraphenverkehr in den letzten 11 Jahren um 38 % zurückgegangen ist und nur noch 48 % des Personalstandes von 1920 erfordert, hat sich in demselben Zeitraum die Zahl der Fernsprechteilnehmer um 101 %, die Zahl der Ortsgespräche um 96 % und die Zahl der Ferngespräche um 126 % vermehrt.

Die Telegraphen- und Fernsprechlinien hatten — Kabel und Gestänge zusammen — Ende 1931 eine Länge von 34 090 km gegen 33 370 km im Vorjahr. Hiervon entfallen 98,8 % auf Fernsprechlinien und nur 1,2 % auf reine Telegraphenlinien. Die Fernsprechlinien dienen zu 66,7 % für Teilnehmeranschlüsse und Verbindungen von Vermittlungstellen innerhalb desselben Netzes, zu 33,3 % für Fernleitungen. Am Ende des Jahres 1931 besaßen 89 % der Ortsnetze Kabelanlagen, 31,6 % aller Teilnehmer waren zu diesem Zeitpunkt vollständig unterirdisch angeschlossen.

Zur Verbindung der größeren Stadtämter mit den in ihrem engeren Wirtschaftsgebiet gelegenen Landämtern wurden besondere Vororts- und Bezirkskabel verlegt, sofern die erforderlichen Stromkreise nicht in einem Fernkabel erübrigt werden konnten. Am Jahresschluß waren 86,9 % der Gesamtdrahtlänge des ganzen Fernleitungsnetzes der Schweiz unterirdisch geführt. Der Anlagewert der Fernkabel beziffert sich auf 114 Mill Fr.

Die Entwicklung des schweizerischen Rundfunks und dessen Zusammenschluß mit dem deutschen, österreichischen und italienischen Rundfunknetz bedingte den Einbau besonderer Verstärker für Musikübertragungen.

Mit dem Ausbau des Selbstanschlußbetriebes wurde auch im Berichtsjahr fortgefahren. Zwischen Bern und der Selbstanschluß-Netzgruppe Lausanne sowie zwischen Bern und Montreux und Lausanne und Montreux wurde der bereits früher zwischen Bern und Biel eingerichtete vollständige Selbstanschlußverkehr zwischen den Teilnehmern der verschiedenen Ortsnetze eingeführt. 39 wichtigere Fernämter erhielten Einrichtungen zur unmittelbaren Wechselstrom-Fernwahl. Der Anlagewert betrug 1931 für Selbstanschlußämter 42,3 Mill Fr, für Handämter 25,1 Mill Fr, zusammen 67,4 Mill Fr. Ende 1931 waren 9883 Gruppenanschlüsse mit zusammen 23 031 Teilnehmern eingerichtet. Der Anlagewert der Teilnehmerapparate betrug 1931 64,2 Mill Fr.

Der Telegraphenbetrieb lag 1931 in den Händen von 3182 Telegraphenanstalten gegen 2908 im Vorjahr. Durch Einrichtung einer größern Zahl neuer Sprechstellen mit Telegraphendienst bei Poststellen hat die Dichte der Telegraphenanstalten zugenommen; sie beträgt 1 Telegraphenanstalt auf 1288 Einwohner oder auf 13,1 km² Bodenfläche. Die zur Vereinfachung und Verbilligung des Telegraphenbetriebes vorgesehene Einführung von Springschreibern wurde durch Ausdehnung der Versuche mit diesen Apparaten auf weitere inländische Telegraphenleitungen gefördert. Wechselstromtelegraphie wurde zwischen Zürich und Genf neu eingeführt.

11,6 % der ankommenden Telegramme wurden — gegen 11,8 % im Jahre zuvor — den Empfängern kostenlos zugesprochen.

Die fortschreitende Entwicklung des Fernsprechdienstes bewirkte auch im Jahre 1931 einen weiteren Rückgang des inländischen und des Auslands-Telegraphenverkehrs. Der außereuropäische Verkehr, der bis zum Jahre 1929, im Gegensatz zum europäischen Telegraphenverkehr, noch regelmäßig zugenommen hatte, ist seither ebenfalls abgeschwächt. Vom Verkehr mit dem Ausland entfallen auf die vier Nachbarländer 53,4 % der Telegramme, auf das übrige Europa 30,8 % und auf außereuropäische Länder 15,8 %. Auch im Durchgangsverkehr ist die Zahl der Telegramme gesunken, u. zw. um 18,2 % gegen das Vorjahr, 1930 um nur 1,03%. 85,5 % der Durchgangstelegramme wurden auf unmittelbaren Leitungen verarbeitet. Zur Erhöhung der Bequemlichkeit im Reiseverkehr nimmt seit dem letzten Jahr das Zugpersonal Nachrichten in Form von Telegrammen entgegen und übergibt sie der nächsten Haltestelle zum Zusprechen an die angegebenen Fernsprechteilnehmerstellen in der Schweiz.

Der Funkverkehr wurde von der Radio-Schweiz AG über die Funkstellen Bern und Genf abgewickelt. Sie verkehrt mit den ausländischen Funkstellen Madrid, Barcelona, Belgrad, London, Kopenhagen, Warschau und Amsterdam und bewältigte 1931 21,40 % des gesamten Auslands-Telegraphenverkehrs der Schweiz in abgehender und 18,88 % dieses Verkehrs in ankommender Richtung.

Die Zahl der im Berichtsjahr verarbeiteten bezahlten Telegramme betrug im Inlandsverkehr 776 143, im Auslandsverkehr einschließlich Durchgangsverkehrs 4 167 081, zusammen 4 943 224. Dazu kommen rd. 195 000 gebührenfreie Telegramme. In diese Zahlen sind 650 000 von der Funkstelle in Bern verarbeitete bezahlte Telegramme einbegriffen.

Das Rechnungsergebnis des Telegraphenbetriebes hat sich im Berichtsjahr so verschlechtert, daß die Betriebserträgnisse die Betriebskosten nicht mehr decken. Einem Betrage von 6 817 000 Fr für Kosten und Lasten stehen 5 563 000 Fr an Betriebserträgnissen gegenüber, so daß sich ein Fehlbetrag von 1 254 000 Fr ergibt.

Der Fernsprechbetrieb wurde 1931 von 1104, im Vorjahr von 1120 Vermittlungsanstalten wahrgenommen. Die Zahl der Hauptanschlüsse belief sich Ende 1931 auf 228 900, die der Nebenanschlüsse auf 100 524, so daß sich ein Gesamtbestand von 324 088 Sprechstellen ergibt. Der Zuwachs im letzten Jahre wird zu 43 % der Werbung durch die Organisation „Pro Telephon“ zugeschrieben. 41,2 % des Neuzuwachses entfallen auf Industrie, Handwerk und Gewerbe, 11,9 % auf akademische Berufe, Behörden und Verwaltungen, 37,7 % auf Wohnungsanschlüsse und 9,2 % auf die Landwirtschaft.

Die Zahl der öffentlichen Sprechstellen, die von der Verwaltung eingerichtet und betrieben werden, ist um 945 auf 3083 angewachsen. Dagegen ist die Zahl der privaten und Gemeindesprechstellen um 267 auf 818 zurückgegangen.

Trotz der ungünstigen Wirtschaftslage ist der Auslands-Sprechverkehr im Berichtsjahr um 11 % stärker geworden (gegen 18 % im Vorjahr). Eröffnet wurde der Verkehr mit Bulgarien (Sofia), Sardinien und den Balearen, er konnte auf sämtliche Netze in Kanada, Mexiko, den Südosten Australiens, auf einige Netze der Inseln Madura und Sumatra sowie auf die Fahrgastschiffe Empress of Britain und Belgenland ausgedehnt werden. Neu aufgenommen wurden ferner im Überseeverkehr die Sprechbeziehungen mit Siam (Bangkok) und mit Venezuela (Maracay) über Berlin sowie mit den Kanarischen Inseln.

Im Berichtsjahr wurden in der Schweiz 161 972 472 Ortsgespräche und 80 414 144 Inlands-Ferngespräche geführt. Einschließlich der Durchgangsgespräche stellte sich die Zahl der abgewickelten Auslands-Ferngespräche auf 5 649 915; hiervon entfallen auf die vier Nachbarländer 4 562 900 oder 88,65 %. Nur 0,04 % der Auslandsgespräche wurde mit überseeischen Ländern geführt.

Die Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit der Fernsprechnetze ergaben die Unwirtschaftlichkeit von 806 Netzen mit zusammen 19 % der Teilnehmer, darunter 4 Netze mit durchgehendem Tag- und Nachtdienst. Etwa 7/8 der Netze mit ungenügenden Erträgnissen fallen auf Landnetze mit weniger als 100 Teilnehmern. Das Rechnungsergebnis für den Fernsprechbetrieb gestaltete sich wie folgt: 82 408 000 Fr Betriebserträgnissen stehen 80 654 000 Fr an Kosten und Lasten gegenüber. Daraus errechnet sich ein Gewinn von 1 754 000 Fr.

Im Jahre 1931 ist am 1. IV. die Neuordnung des Rundfunkdienstes in Kraft getreten. Die „Schweizerische Rundspruchgesellschaft“ hat die Konzession zur Benutzung der Rundfunksender der Telegraphenverwaltung erworben und muß die Landessender Beromünster und Sottens sowie die Zwischensender Basel, Bern und Genf mit gediegenen Programmen versehen, während die Verwaltung zu ihren bisherigen Aufgaben den technischen Betrieb der Sendestellen und des Rundfunk-Übertragungsnetzes übernommen hat. Um dem Rundfunk durch einfachen, störungsfreien Empfang neue Freunde zu werben, ist vorläufig nur in Bern, Basel, Zürich, Genf und Lausanne der Rundfunkanschluß an den Fernsprecher eingeführt worden. Ende 1931 waren 150 021 Rundfunkhörer in der Schweiz eingetragen. (Geschäftsbericht der Schweizerischen Post- u. Telegraphenverwaltung f. d. Jahr 1931.) *Gth.*

Schwingungen von Lautsprechermembranen. — Um die Schwingungen einer Membran ohne störende mechanische Eingriffe zu untersuchen, wird eine rein optische stroboskopische Methode angewandt. Eine von einem Glimmtlichtgenerator betriebene Leuchtröhre wird an verschiedenen Stellen der Membran gespiegelt. Die Frequenz der Lichtintermittenzen des Leuchtrohres wird so eingestellt, daß sie nahezu gleich der Frequenz ist, mit welcher der Lautsprecher betrieben wird. Dann führt das Spiegelbild langsame Bewegungen aus; die Größe dieser Verschiebungen wird mit einem einfachen Diopter gemessen. Aus den Verschiebungen läßt sich die Winkeldrehung der Flächenelemente der Membran nach Größe und Richtung bestimmen. Dabei lassen sich noch Winkel von 30 ··· 60" mit Sicherheit erkennen. Aus den Winkeldrehungen und dem Ort der Flächenelemente läßt sich ein Bild der schwingenden Membran in einem bestimmten Zeitpunkt konstruieren. Verschiedene Beispiele erläutern die Leistungsfähigkeit der Methode. Es zeigt sich, daß man auch die Komponenten eines Schwingungsgemisches einzeln untersuchen kann. (B. Voigt, Z. techn. Physik Bd. 12 S. 76.) *Br.*

Über Kohlemikrophone. — Im ersten Teil einer Arbeit von M. Grützmacher und P. Just wird eine Anordnung beschrieben, die ein über einen großen Frequenzbereich (etwa bis 7000 Hz) in der Amplitude konstantes Schallfeld erzeugt. Ein Kondensatormikrophon wird in das Schallfeld eines Lautsprechers gesetzt. Der Lautsprecher wird von einem Überlagerungsummer gespeist. Die von dem Kondensatormikrophon gelieferte Wechselspannung wird zur Steuerung des Lautsprecher-Speisestromes benutzt. Die Frequenzkurve eines derart geregelten Schallfeldes wie auch die in diesem Schallfeld selbsttätig aufgenommenen Frequenzkurven der im Fernsprechbetrieb zur Zeit benutzten Mikrophone sind wiedergegeben.

Im zweiten Teil der Arbeit werden die Fernsprechmikrophone hinsichtlich ihrer nichtlinearen Verzerrung untersucht. Mit einem Frequenzanalysierverfahren mit Suchfrequenz werden Klirrbilder von den Mikrophonen

aufgenommen. Auf das zu untersuchende Mikrophon werden zwei reine Töne gegeben und aus der Stärke der hinter dem Mikrophon vorhandenen Summen- und Differenztöne im Verhältnis zur Stärke der Grundtöne wird der Klirrfaktor

$$\sqrt{\frac{D^2 + S^2}{G_1^2 + G_1^2}}$$

gebildet. Für verschiedene Fernsprechmikrophone werden die Klirrfaktoren in Abhängigkeit vom auftreffenden Schalldruck mitgeteilt. Die nichtlineare Verzerrung der Kohlemikrophone ist beachtlich groß. (M. Grützmacher u. P. Just, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 104 [RPZ].) *Jst.*

Verschiedenes.

50 Jahre Elektrotechnisches Institut an der T. H. Darmstadt. — Viele deutsche Elektrotechniker kamen am 29. Oktober nach Darmstadt, um in einer würdigen Feier der vor 50 Jahren erfolgten Gründung des ersten elektrotechnischen Institutes an einer Hochschule zu gedenken. Den Höhepunkt der Feier bildete der Festakt am Sonnabendmorgen im festlich geschmückten Hörsaal. Nach einer Begrüßungsansprache des Rektors der Hochschule schilderte der Abteilungsvorstand Prof. Dr.-Ing. Hueter die interessante geschichtliche Entwicklung des Institutes, das von 290 m² Grundfläche bei der Gründung auf 4500 m² gewachsen ist. Anschließend gab er die Ernennung der Herren Professor Dr.-Ing. H. Barkhausen, Professor C. Feldmann, Geheimer Regierungsrat Professor Dr. E. Orlich und Professor Dr.-Ing. W. Rogowski zu Ehrendoktoren der Hochschule bekannt. Als Ältester der vier Geehrten dankte Professor Dr. C. Feldmann. Für die Schüler sprach Direktor Dr.-Ing. Werner, Berlin, in Dankbarkeit seiner alten Lehrer gedenkend. Aus den Jugendjahren der Elektrotechnik berichtete in launiger Weise der Erbauer des Deutschen Museums, Exzellenz Geheimrat Dr. v. Miller, München. Nach den Glückwunschansprachen der Vertreter von Stadt und Staat ergriff Professor Dr.-Ing. W. Petersen das Wort zu einem Experimentalvortrag, indem er den Entwicklungsgang der Hochspannungstechnik in den 25 Jahren ihres Bestehens an Hand der grundlegenden Versuche schilderte. Der Nachmittag brachte Experimentalvorträge der Professoren Dr.-Ing. Hueter und Dr. Busch, anschließend daran eine Besichtigung der Laboratorien. Ein Bierabend der Gäste, Dozenten und Studenten beschloß das harmonisch verlaufene Fest.

Pariser Tagung der UNIPEDE. — Die vierte Tagung der Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique fand vom 8. bis 12. VI. 1932 gleichzeitig mit dem Internationalen Elektrizitätskongreß in Paris statt. Aus den 8 dem Komitee I (Wasserkraftwerke) vorgelegten Arbeiten können diejenigen über Tilgung und Erneuerung sowie über Pumpspeicherwerke erwähnt werden. Die Lebensdauer der Turbinenräder des Kraftwerkes Soulom (110 m Gefälle) war, einem Bericht der Comp. des Chemins de Fer du Midi nach, 30 000 h, diejenige der Peltonräder 90 000 h, während sich für das Kraftwerk Eget (730 m) 22 000 h ergaben. Die Lebensdauer von Betonbauten wird auf 75 Jahre geschätzt. Im Übersichtsbericht des Komitee (Rickenbach, Schweiz) wird eine Tilgung mit 1,4 % für die Betonbauten, 1,75 bis 4,45 % für die Eisenkonstruktion und 3,1 % für die Maschinen vorgeschlagen. Eine historische und wirtschaftliche Übersicht über Pumpspeicherwerke gab Engler (Schweiz); Baretta und Megroz beschrieben die geplante Ausnutzung des Bourget-Sees (142 und 600 m Gefälle, $17 \cdot 10^6$ kWh Speicherfähigkeit). In der Erörterung wird betont, es sei schwierig, die Probleme der Pumpspeicherung allgemein, ohne Untersuchung von Spezialfällen, zu lösen. Ein für das Pariser Gebiet vorgeschlagenes Pumpspeicherwerk (Rauber, Frankreich) würde bei 3000 h Benutzungsdauer eine Ökonomie von nur 3 % ergeben, was seine Ausführung nicht rechtfertigen kann.

Vor dem Komitee II (Thermische Kraftwerke, 10 Berichte) sprach Nerrière (Frankreich) über eine selbsttätige Kesselregelung, die von ihm im Kraftwerk Dieppe konstruiert wurde. Einem Bericht des Elektrizitätswerkes Straßburg (60 000 kW inst.) nach belaufen sich die Kohlentransportkosten bis zu den Kohlenmühlen auf 1,05 RM/t, und die eigentlichen Verstaubungskosten je nach dem Mühlensystem auf 0,85 bzw. 1,05 RM/t. Auf die Folgen der Belastungschwankungen in mittleren Kraftwerken wies Gaillard (Frankreich) hin: die Verschlechterung betrage 8,5 % infolge Kesselverluste, 5 % in Maschinen, 2 % in Hilfsmaschinen; eine Beseitigung dieser Verluste sieht er in Ruths- oder Marguerre-Speichern.

Das Komitee III A beschäftigte sich mit dem Entwurf von Prüfvorschriften für Hochspannungskabel von 10 ··· 66 kV. Die vorgeschlagene Prüfspannung beträgt 2,5 E (Wechselstrom) binnen ¼ h am Erzeugungsort und 2 E nach Verlegung, beim Gleichstrom sind diese Werte mit 2,5 zu multiplizieren. Der Entwurf wird von der Kabelkommission der Großkraftübertragungs-Konferenz weiter bearbeitet.

Dem Komitee III B (Hochspannungsnetze) wurden 23 Berichte vorgelegt, die sich besonders mit Betriebserfahrungen beschäftigen. Nach Artini (Italien) wird in Italien das Erdseil allgemein verwendet. Die 220 kV-Leitung Cardano—Cislago (245 km, 150 000 kW) ist auf 1800 kV isoliert, sie besitzt zwei Erdseile, jede zur Ableitung von Überspannungen bestimmte Einrichtung ist überflüssig. Eine Hochfrequenzmethode zur Prüfung von Durchgangsisolatoren schildert Van Staveren (Belgien). Eine Statistik über die durch Nebel, besonders am Meeresufer verursachten Störungen gibt Blanchart (Frankreich) an; salzhaltige Nebel gemeinschaftlich mit Staub ergaben sich als sehr gefährlich. Die auf der erwähnten 220 kV-Leitung durchgeführten Messungen über Koronaverluste (Palestrino, Italien) bestätigten die von Peak angegebenen Koeffizienten. Über die Vorteile von Wasser-, Gas- und Luftschaltern gegenüber Ölschaltern herrschen Meinungsverschiedenheiten (Maggi, Italien, West und Renard, Frankreich). Das Hochspannungsnetz der Soc. Intern. Belge ist von Ramelot und Poma (Belgien) beschrieben (70 kV, 426 km, inst. Leistung in Transformatoren: 400 000 kVA); der Nullpunkt ist hochseitig geerdet. Über Telephonverbindungen zwischen Unterwerken berichtete Garczynski (Frankreich); für Betriebspannungen über 60 kV ist gerichtete Hochfrequenztelephonie, unter 60 kV selbständige Drahtverbindung empfohlen.

Das Komitee III C (Mittel- und Niederspannungsnetze) beschäftigte sich mit einem Bericht von Villiers und Bourdon (Frankreich), der die 8 im Pariser Vorortsgebiet zur öffentlichen Beleuchtung errichteten, mit konstanter Spannung betriebenen 3000 V-Spezialnetze beschrieb, deren Vorteile besonders in der Unabhängigkeit vom allgemeinen Verteilungsnetz und in der erhöhten Sicherheit liegen. Vial (Frankreich) beschrieb die zwei von der Soc. de Transport zur Befehlsübermittlung und Kontrolle der drei automatischen Unterwerke im Pariser Gebiet verwendeten Systeme. Niethammer (Tschechoslowakei) erwähnte die Vorteile einer Frequenzerhöhung[1]. Die Ergebnisse einer von der UNIPEDE gesammelten Statistik über Betriebserfahrungen an Mittelspannungsisolatoren teilt der Bericht von Uherek (Tschechoslowakei) mit; keine Beschlüsse können über die günstigste Isolatorenform gemacht werden; es scheint, daß die Erdung von Eisenisolatorenträgern bei Holzmasten eine Verminderung der Anzahl von Überschlägen zur Folge hat. Aus einem Bericht über die Elektrizitätsversorgung der Pariser Kolonialausstellung (Fabre, Frankreich) geht hervor, daß hier 62 Zweiphasentransformatoren von 12 400/220 V und 120 ··· 1000 kVA mit zusammen 21 000 kW installiert wurden.

Dem Komitee III D (Leistungsfaktor) wurde ein Übersichtsbericht von Budeanu (Rumänien) vorgelegt, der auf Grund der mittels Fragebogen gesammelten Äußerungen der einzelnen Glieder der UNIPEDE ausgearbeitet wurde. Die Mehrzahl der Werke befürchtet, ihre Abnehmer durch zu strenge $\cos\varphi$-Tarife zu verstimmen. Wenn auch das Prinzip der Notwendigkeit einer $\cos\varphi$-Tarifikation allgemein anerkannt wird, herrschen Meinungsverschiedenheiten über die Durchführung (ob $\cos\varphi$ oder Blindleistung tarifiert werden soll). Die Mehrzahl erklärt sich mit einer statistischen Untersuchung über die Verteilung der Blindleistung auf die einzelnen Verbrauchsapparate, welche von der UNIPEDE unternommen wird, einverstanden.

Das Komitee IV A (Verkauf und Tarife, 4 Berichte) untersuchte die geeignete Gestaltung der Tarife für die Haushaltsapparate (Fracanzani, Italien) sowie die Frage der gleichzeitig mit der Zählerablesung durchzuführenden Inkassierung (Bakker, Holland). Der Aussprache ist zu entnehmen, daß reine Pauschaltarife immer mehr verlassen werden (mit Ausnahme von französischen Kolonien); es wird die Notwendigkeit des Zweigliedertarifs anerkannt. Für die Heißwasserapparate ist jedoch entweder ein Pauschaltarif (Niesz, Schweiz) oder eine Schaltuhr (List, Tschechosl.) zu empfehlen. Luftlos (Belgien), der den Einfluß der Entstehungskosten auf Tarife untersuchte, empfiehlt Zweigliedertarife, Scou-

[1] Elektrot. u. Maschinenb. Bd. 50, S. 425 (1932).

mane (Belgien) hält dagegen für Landwirtschaftsgebiete Mehrgliedertarife für Notwendig.

Das Komitee IV B beschäftigte sich mit der Normalisierung der ungefährlichen Spannung. Der Verband Niederländischer Elektrizitätswerke machte den Vorschlag, diese Spannung auf 42 V in trockenen und auf 24 V in feuchten Räumen festzulegen. Bei 15 mA Stromstärke kann im allgemeinen der mit der Hand erfaßte Leiter nicht mehr losgelassen werden. Der Widerstand des Körpers darf nur 1500 Ω betragen, was näherungsweise die vorgeschlagene Spannung ergibt. Wenn aber der Leiter nicht mehr als 4 ··· 5 mA beim Wechselstrom (20 bis 25 mA beim Gleichstrom) ergeben darf (Rundfunkgeräte), so kann eine Spannung über 42 V noch als ungefährlich betrachtet werden. Nach der Aussprache (Brylinski, Frankreich, und Harry, Belgien, erwähnten die Nachteile einer zu niedrigen Sekundärspannung: großer Spannungsabfall und erhöhte Feuergefahr durch zu starke Sekundärströme) wurde die Entscheidung dem Ausschußkomitee der UNIPEDE überlassen.

Im Komitee V (Haushalt- und Industrieverwendung, Werbung, 16 Berichte) gab Burri (Schweiz) einige Daten über die Verbreitung der elektrischen Küche in der Schweiz; im Jahre 1931 waren 172 590 Stück mit 468 355 kW inst. Leistung im Betrieb, davon 30 % in Beamten-, 26 % in Arbeiterwohnungen. Nach Sattler (Frankreich) beträgt der durchschnittliche Verbrauch für das Kochen in einem landwirtschaftlichen Gebiet (Elsaß) für eine 5gliedrige Familie 125 ··· 150 kWh/Monat, dazu 100 kWh Nachtstrom für die Heißwasserbereitung. Über die nicht zu unterschätzende Vermehrung des Elektrizitätsverbrauchs durch Rundfunkgeräte sprachen Hartmann (Frankreich) und Civita (Italien). Berichte über das elektrische Pflügen (Kabel- und Ballonsystem) und über die elektrische Bodenheizung legten Simoncini und Friedmann (Italien) vor. Der Energieverbrauch beträgt 85 ··· 120 kWh/ha für das Pflügen, 0,5 kWh/Tag/m^2 für die Bodenheizung in Norditalien im Winter. Das elektrische Schweißen und die elektrischen Öfen bildeten Gegenstand der Berichte von Palecki (Polen) und Chauvac und Munck (Frankreich).

Dem Komitee VI (Gesetzgebung) und VII (Statistik) wurden entsprechende Übersichtsberichte über die Tätigkeit der UNIPEDE auf diesen Gebieten vorgelegt. (Rev. gén. Électr. Bd. 22, S. 196, 227, 259.) *ak.*

AUS LETZTER ZEIT.

Künstliche Bewässerung des Gebietes östlich vom Wolgafluß. — Betrachtet man auf der Landkarte der U.d.S.S.R. das Gebiet zwischen Wolga und Uralfluß, nördlich vom Kaspischen Meer, so fällt die geringe Bewässerung dieser großen Landfläche auf. Daß die Landwirtschaft bei solchen Verhältnissen in diesem Teil der U.d. S.S.R. besonders oft von Mißernten heimgesucht wird, ist eine bekannte Tatsache. Um diesem Übel ein Ende zu machen, wird in den nächsten 5 Jahren beabsichtigt (Beschluß des Volkskommissariates der U.d.S.S.R. vom 22. V. 1932), nicht weniger als 4,3 Mill ha, und zwar nördlich von Kamyschin bis in die Gegend von Samara, künstlich zu bewässern. Zu diesem Zweck wird an der Wolga in der Nähe von Kamyschin die Errichtung eines Staudammes von 24 m Höhe und der Bau eines Wasserkraftwerkes von 1,8 bis 2 Mill kW Leistung zur Speisung von Pumpwerken geplant. 15 ··· 20 solcher Pumpwerke von je 50 000 ··· 75 000 kW Leistung werden ein 430 000 km langes Bewässerungsnetz mit Wasser versorgen (800 m^3/s) und die Anwendung verschiedener Bewässerungssysteme je nach den örtlichen und wirtschaftlichen Verhältnissen ermöglichen. Das Projekt dieses Unternehmens befindet sich zur Zeit in Bearbeitung und mit den Vorarbeiten soll bereits im Jahre 1933 begonnen werden. (Elektrisierung der Landwirtschaft 1932, H. 9 u. 10, S. 9.) *T.S.*

Betriebsgemeinschaft Kachlet-Franken. — Ein Beispiel für das Zusammenarbeiten von Wasserkraft- und Dampfkraftelektrizitätswerken ist die Gründung einer gemeinsamen Tochtergesellschaft der Großkraftwerk Franken AG. und der Rhein-Main-Donau AG. Diese Tochtergesellschaft, die Betriebsgemeinschaft Kachlet-Franken G. m. b. H., hat den Betrieb der Wasserkraftwerke Kachlet[1] und Viereth und des als Reserve dienenden Dampfkraftwerks in Nürnberg-Gerbersdorf sowie des Wasserkraftwerks Hausen übernommen. Der erzeugte Strom wird in erster Linie ins Netz des Großkraftwerks Franken und der noch verbleibende Überschuß an das Bayernwerk geliefert.

[1] Vgl. ETZ 1927, S. 957

Mangelhafte Straßenbeleuchtung. — Eine große Anzahl führender Verbände hat an den Deutschen Städtetag, den Reichsstädtebund, den Deutschen Landkreistag und den Deutschen Landgemeindetag eine Eingabe gerichtet, in der zwar die berechtigten Sparmaßnahmen in der Straßenbeleuchtung anerkannt werden, aber doch auf die großen Gefahren, die mit einer Übertreibung dieser Maßnahme heraufbeschworen worden sind, hingewiesen wird. In der Eingabe wird die durch die übertriebene Sparmaßnahme verminderte öffentliche Sicherheit betont und die Hoffnung ausgesprochen, daß die Kommunalverbände sich dem Ernst des der Eingabe zugrunde liegenden Tatsachenmaterials nicht verschließen möchten, sowie die Wiedereinführung einer ausreichenden Straßenbeleuchtung anempfohlen.

Glühlampenkontingentierung in Holland. — Die holländische Regierung hat beschlossen, die Einfuhr von Metalldraht-Glühlampen für eine dreimonatliche Periode mit rückwirkender Kraft ab 1. XI. d. J. zu kontingentieren. Auf Anträge um Zuweisung von Einfuhrgenehmigung, die in der Zeit vom 13. XI. bis 31.XII. d. J. beim Wirtschaftsminister eingehen, wird eine Zuweisung von 75 % der Einfuhrmenge erfolgen, die der Antragsteller auf Grund seiner in den Vorjahren erzielten Einfuhrmenge beanspruchen kann. Mit dem Ablauf des festgesetzten Termins soll noch eine weitere, später bekanntzugebende Zuweisung folgen.

Diese Regierungsmaßnahme richtet sich nicht gegen die deutsche Einfuhr, sondern gegen die Masseneinfuhr seitens Japans, das dem internationalen Glühlampenkartell nicht angehört.

Fernschaltung von Flugplatzbeleuchtung durch Schallwellen. — Bei der Westinghouse Co. in Pittsburgh haben Versuche stattgefunden, die Flugplatzbeleuchtung durch Schallwellen, die vom Flugplatz aus gesendet werden, einzuschalten. Die Anlage war aber noch für Fremdgeräusche zu empfindlich, so daß man noch nicht zur praktischen Anwendung gelangt ist.

Deutschlandsender G. m. b. H. — Von 1933 ab wird die Deutsche Welle G. m. b. H. unter der neuen Firma Deutschlandsender G. m. b. H. fortgesetzt werden. Diese wird gewissermaßen als Reichssender für die Programmgestaltung des Deutschlandsenders Königswusterhausen verantwortlich sein.

Großsender Berlin, Wien und Hamburg mit 300 kW-Röhren. — Der Ausbau des europäischen Großsendernetzes geht mit Riesenschritten vorwärts, und damit werden von Monat zu Monat die Fernempfangs-Möglichkeiten immer besser. Zu der Klasse der stärksten Senderriesen wird der seit Ende Oktober auf dem Bisamberg bei Wien im Aufbau begriffene neue 150 kW-Telefunkensender zu rechnen sein. Interessant daran ist, daß dieser Sender mit den neuen 300 kW-Telefunken-Großleistungsröhren mit indirekter Heizung ausgerüstet wird.

Die gleichen Großröhren werden, nachdem die Deutsche Reichspost diese Senderöhren bereits seit einiger Zeit im Großrundfunksender Königswusterhausen in praktischen Versuchsbetrieb genommen hatte, nunmehr auch in die bereits in Bau befindlichen Telefunken-Rundfunksender Berlin und Hamburg eingebaut werden. Die Verwendung solcher Röhren wird dazu beitragen, den Aufbau des Senders besonders übersichtlich zu gestalten, und es ist erfreulich, daß alle derartigen Neuerungen auch dem deutschen Großsendernetz sofort zugute kommen.

Vom Rundfunksender Wien ist noch zu erwähnen, daß als Antenne ein 130 m hoher Eisenturm dient, der in ¼ Wellenlänge schwingen wird.

W. von Gronau teilt mit, daß er auf seinem Weltfluge mit der Kurzwellenstation von Lorenz in sicherem Wechselverkehr Reichweiten bis zu 5000 km erzielte, mit Manila noch 6000 km überbrückte.

Eine Ehrung Jellineks. — Die Akademie der Wissenschaften in Paris hat dem Prof. Dr. Stefan Jellinek in Wien den Prix Barbier (Médecine) verliehen. In dem bezüglichen von Prof. D'Arsonval verfaßten und von der Académie des Sciences mit Stimmeneinhelligkeit angenommenen Referat wird u. a. Jellineks im Jahre 1932 erschienene Monographie „Klinik und Histopathologie der

elektrischen Verletzung“ ein „ouvrage magistral, sans analogue“ genannt und weiter wörtlich hervorgehoben: „Wir verdanken diesem unentwegten Forscher einen vollkommen neuen Zweig der Medizin, die Elektropathologie, deren soziale Bedeutung mit der Entwicklung der Elektrizitätsnetze immer mehr ansteigt“.

Mit der Preiszuerkennung ist der Titel „Lauréat de l'Institut“ verknüpft.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Festabend des Elektrotechnischen Vereins

am Freitag, dem 6. Januar 1933.

Der in Heft 49 der ETZ angekündigte „Gesellschaftsabend“ im Marmorsaal des Zoologischen Gartens am Freitag, dem 6. Januar 1933 wird folgende Form haben:

7½ Uhr: Versammlung der Gäste, zwanglose Begrüßung durch den Vorstand;

8—9 Uhr: Gemeinsames warmes Essen (an kleinen Tischen); hierauf Tanz.

Dunkler Anzug erbeten.

Der Preis der Teilnehmerkarte, die zur Entnahme des warmen Abendessens (ohne Getränk) berechtigt, beträgt 2,75 RM (einschl. 50 Pf zur Deckung allgemeiner Unkosten).

Gäste, die das Fest besuchen wollen (ab 9.30 abends), aber nicht an dem gemeinsamen Essen teilnehmen, haben ein Eintrittskarte zum Preise von 0,50 RM (zur Deckung allgemeiner Unkosten) zu lösen.

Die Karten sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, zu haben. Da mit einer Kartenausgabe am Festabend selbst nicht gerechnet werden kann, sind Bestellungen bis 3. Januar unter gleichzeitiger Einsendung oder Überweisung des Betrages auf Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302 an den Elektrotechnischen Verein zu richten.

Vorbestellungen auf Tische werden in der Geschäftsstelle des Vereins, in der ein Plan ausliegt, entgegengenommen werden.

Elektrotechnischer Verein
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin über das Thema: „Die heutigen Probleme der Astronomie“.

1. 9. I. 1933:
   Dr. H. Kienle, ord. Professor an der Universität Göttingen.
2. 16. I. 1933:
   Der Aufbau des einzelnen Sternes.
   Die Zustandsgrößen des Sternes und ihre Bestimmung: Leuchtkraft, Temperatur, Masse, Durchmesser und mittlere Dichten der Sterne. Die Gesetze des Aufbaues eines Sternes: Das Innere des Sternes und seine Atmosphäre.
3. 23. I. 1933: Dr. W. Grotrian, a. o. Prof. an der Universtät Berlin, Professor am Astrophys. Observatorium (Potsdam):
   Die Sonne.
   Gesamtstrahlung, Solarkonstante, Temperatur, Photosphäre, Randverdunkelung, Granulation, Flecken, Fackeln; Fraunhofersches Spektrum, umkehrende Schicht, Ionisationstheorie, Verteilung der Elemente; Chromosphäre, Flashspektrum, Spektroheliogramme; Protuberanzen, Korona, Korpuscularstrahlen.
4. 30. I. 1933:
   Dr. E. F. Freundlich, Prof. am Astrophys. Observatorium, Leiter des Einstein-Instituts (Potsdam):
5. 6. II. 1933: Der Aufbau des Sternsystems:
   Die Art der den Weltraum erfüllenden Massen; ihre Verteilung im Raum. Die Messung der Abstände der Himmelskörper; die Geschwindigkeiten der Sterne in unserem näheren Sternsystem; ein Versuch der dynamischen Deutung der Strukturverhältnisse des Milchstraßensystems. Die Welt der Spiralnebel; der Aufbau der Welt als Ganzes.
6. 13. II. 1933: Dr. A. Kopff, o. ö. Prof. an der Friedrich-Wilhelm-Universität Berlin und Direktor des Astronomischen Recheninstituts:
   Die Bedeutung astrometrischer Methoden für die heutige Astronomie.
   Methoden der Bestimmung des Ortes und der Bewegung der Sterne. Empirische Festlegung des fundamentalen Bezugssystems der Astronomie. Sicherheit der Messungen. Die systematischen Fehler der Beobachtung und deren Einfluß auf die Ergebnisse der Untersuchungen über den Aufbau des Sternsystems.
7. 20. II. 1933: Dr. W. Grotrian, ao. Prof. an der Universität Berlin, Professor am Astrophys. Observatorium (Potsdam):
   Besondere Leuchtvorgänge im Weltraum.
   Die diffusen Nebel, die planetarischen Nebel, das Spektrum der Nebel, die Deutung der „Nebulium“-Linien, die Lichtanregung in den Nebeln, die Temperatur der Zentralsterne, die neuen Sterne, Lichtkurve, Bildung von Nebeln. Das interstellare Calcium, helle und dunkle Wolken. Kometen.
8. 27. II. 1933: Dr. P. ten Bruggencate, Privatdozent an der Universität Greifswald:
   Die Entwicklung der Sterne.
   Theoretischer Teil: Doppelsterne, Planetensystem; Bedeutung von Rotation und Gezeitenwirkung; Stabilität, Einfluß der Strahlung. — Empirischer Teil: Russel-Diagramme, Veränderliche Sterne, statistische Untersuchungen zum Alter der Sterne, Frage der Energiequellen.

Zeit: Montag abends pünktlich 6½—8 Uhr.

Ort: Großer Hörsaal des Neuen Physikalischen Instituts der Technischen Hochschule.

Teilnehmerkarten sind zu haben:

a) in der Technischen Hochschule, Hauptgebäude, H 235, 1. Stock;
b) im Elektrotechnischen Verein, Bln.-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II; Postscheckkonto Berlin Nr. 13 302.

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins 6 RM
b) für deutsche Studenten . . . . 3 „
c) für andere Teilnehmer . . . . 10 „

Karten für einzelne Vorträge werden nicht abgegeben.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Einladung

zur Fachsitzung für elektrisches Nachrichtenwesen (EVN) am Dienstag, dem 10. Januar 1933, 8 Uhr abends, in der Aula der Technischen Hochschule (Berlin-Charlottenburg, Berliner Straße 170/172).

Tagesordnung:

Vortrag des Herrn Dipl.-Physikers Wulf Hirschberg über das Thema: „Einiges über Patente auf

einem stark gesättigten Fachgebiet (Selbstanschlußtelephonie)".

Inhaltsangabe:

1. Gesetzmäßigkeit der Erscheinung, daß nach langjähriger intensiver Patenteerzeugung auf einem bestimmten Gebiet der seine weitere Entwicklung steuernde Einfluß der Patente sinkt.
2. Die Selbstanschlußtelephonie als Beispiel eines solchen Fachgebiets. In einer Rückschau vom Standpunkt der heutigen Technik aus werden Pionierpatente mit den übrigen, Vor- und Nachläuferpatenten, verglichen und bewertet. Ihr Seltenwerden kennzeichnet eingetretene Sättigung.
3. Der dem Techniker geläufige Begriff des Sättigungsbereichs und die weitere Analogie darin, daß Arbeiten in diesem Bereich nur unter Energieverschwendung möglich ist. Die Notwendigkeit, hieraus auch die rechtlichen Konsequenzen abzuleiten.

Die Mitglieder werden gebeten, ihre Mitgliedskarten beim Eintritt vorzuzeigen. Gäste können nach Vorzeigung der vom 1. I. 1933 ab gültigen Dauer-Gastkarten oder nach Lösung einer für den obigen Vortrag bestimmten Gastkarte gegen 1,— RM an der Fachsitzung teilnehmen. Ohne Karten kein Zutritt.

Nachsitzung im „Grand-Hotel am Knie", Berlin-Charlottenburg, Bismarckstraße 1.

Fachausschuß für elektrisches Nachrichtenwesen.

Der Vorsitzende:

Arendt.

Bekanntmachung.

Gastkarten zum Besuche der Vorträge usw. des Elektrotechnischen Vereins.

Ab 1. I. 1933 wird der Elektrotechnische Verein für Gäste, die seine Vorträge und Veranstaltungen besuchen wollen, **Dauerkarten** ausgeben. Diese Einrichtung ist in erster Linie bestimmt

a) für ältere Fachgenossen, die dem Elektrotechnischen Verein lange Jahre hindurch als Mitglieder angehört haben und nach dem Aufhören ihrer beruflichen Tätigkeit infolge der Not der Zeit auch einen ermäßigten Mitgliedsbeitrag nicht mehr bezahlen können, aber in persönlicher Fühlung mit den Fachkreisen und mit der Fachwissenschaft bleiben möchten;

b) für junge Fachgenossen, die sich noch in Anfangstellungen befinden und die Vorträge zu ihrer Fortbildung besuchen wollen, aber noch nicht in der Lage sind, den Mitgliedsbeitrag zu bezahlen.

Dauerkarten werden ausgegeben:

als Jahreskarte für das Kalenderjahr zum Preise von 8 RM,

als Halbjahreskarte für die Zeit vom 1. I. bis 30. VI. oder vom 1. VII. bis 31. XII. zum Preise von 4 RM.

Die Dauerkarten werden auf den Namen des Inhabers ausgestellt und sind nicht übertragbar. Sie berechtigen zum Besuch aller vom Elektrotechnischen Verein während eines Kalenderjahres veranstalteten Vorträge, Besichtigungen usw. Ferner ist beabsichtigt, die Inhaber der Karten von Fall zu Fall auch an den den Mitgliedern eingeräumten wirtschaftlichen Vergünstigungen teilnehmen zu lassen, z. B. ihnen den ermäßigten Bezug der Karten zu den Vortragsreihen und den Veröffentlichungen des E. V. einzuräumen.

Die Inhaber der Dauerkarten besitzen nicht die Mitgliedschaft des Vereins, erhalten daher nicht die ETZ und besitzen kein Stimmrecht.

Einzelne Vorträge können künftig von Nichtmitgliedern nur gegen Lösung einer Eintrittskarte von 1 RM besucht werden.

Diese Einrichtungen gelten vom 1. I. 1933 ab. Die Karten sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, erhältlich.

Elektrotechnischer Verein.

Der Vorsitzende:

Dr. Bücher.

Außerordentliche Sitzung

am 3. Mai 1932 in der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg.

Vorsitzender: Herr Präsident Professor Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Nach Eröffnung der Sitzung sprechen die Herren Direktor W. Hahnemann und Dr.-Ing. Harbich (Abteilungsdirektor beim Reichspostzentralamt) über das gemeinsame Thema: **„Wirksame Bekämpfung des Nahschwundes (Nahfadings) im Rundfunk durch Sendeantennengebilde bestimmter Form."**

1. Vortrag des Herrn Direktor **W. Hahnemann:** „Gestaltung des vertikalen Strahlungsdiagramms von aus einzelnen Antennen zusammengesetzten Luftleitergebilden".

Es werden die theoretischen Grundlagen der vom Reichspostministerium veranlaßten und vom Reichspostzentralamt Berlin zusammen mit der C. Lorenz AG. ausgeführten Versuche zur Bekämpfung des Nahschwundes gegeben. Der Nahschwund, für dessen Ursache man das Zusammentreffen der Bodenwellen mit den von der Heavisideschicht herabgebeugten Raumwellen annimmt, wird durch eine möglichste Unterdrückung der von den Sendeantennen nach oben abgestrahlten Raumwellen wirksam bekämpft werden können. Der Vortragende beschreibt Sendeantennengebilde, deren Strahlungscharakter diese Raumwellenunterdrückung ergibt. Sie sind durch Kombination mehrerer Einzelantennen gegeben, die entweder in einer Reihe nebeneinander bzw. auf der Fläche ausgebreitet oder in der Höhe übereinander angeordnet sind. Die Strahlungsdiagramme dieser Antennengebilde werden mit denen der Antennen bisher üblicher Form verglichen. Es wird gezeigt, daß die beiden Antennengebilde, sowohl die parallel zum Erdboden als auch die in die Höhe ausgebreiteten, die gewünschte Wirkung zur Beseitigung bzw. Verringerung der Raumwellenstrahlung nach oben ergeben. Insbesondere werden die Anordnungen erörtert, die für die Versuche benutzt wurden.

2. Vortrag des Herrn Dr.-Ing. **H. Harbich:** „Durchführung der Versuche und Versuchsergebnisse mit solchen Luftleitergebilden".

Der Vortragende beschreibt die Versuchseinrichtungen, die gleichzeitig im Bilde gezeigt werden. Dies sind insbesondere: der bei den Versuchen benutzte Sender, vierstufig und quarzgesteuert, dann die im ersten Teil der Versuche benutzte Reihenantenne, deren Strahlungsdiagramm und die entsprechenden Feldstärkenkurven. Sodann wird die Empfangseinrichtung beschrieben und im Bilde gezeigt, daran anschließend wird eine Reihe von aufgenommenen Registrierstreifen der Empfangsfeldstärken an verschiedenen Orten vorgeführt. Diese ergeben eine deutlich sichtbare Verringerung des Nahschwundes der Reihenantenne gegenüber der Vergleichsantenne bei Entfernungen zwischen etwa 50 ··· 90 km. Die hierbei benutzte Wellenlänge war 300 m. Sodann wird eine bei den Versuchen benutzte Höhenantennenanordnung beschrieben, ferner werden ihr Strahlungsdiagramm und die entsprechenden Feldstärkenkurven gegeben. Die benutzte Wellenlänge ist in Rücksicht auf die Höhe der verfügbaren Maste nur 192 m. Anschließend werden wieder einige Registrierstreifen, die auf verschiedene Entfernungen aufgenommen sind, vorgeführt. Es zeigt sich eine deutliche Verringerung des Schwundes der Höhenantenne gegenüber der Vergleichsantenne bei Entfernungen zwischen etwa 40 und 80 km. Zum Schluß wird noch kurz die praktische Form einer aus diesen Versuchen sich ergebenden Flächenantenne und einer Höhenantenne behandelt. — Hieran knüpft sich folgende

Besprechung

der Vorträge:

Herr **Runge:** Die eben mitgeteilten experimentellen Ergebnisse sind wirklich eine außerordentlich überzeugende Beweisführung für die Richtigkeit der Vorstellungen, die über die Entstehung des Schwundes seit Jahren mehr oder weniger klar vorhanden gewesen sind. Ich glaube, daß noch niemals mit einer so unwiderlegbaren Deutlichkeit die Verbesserung der Schwunderscheinung beim Unterdrücken der Raumstrahlung gezeigt worden ist. Das ist um so bemerkenswerter, als ja, wie Herr HAHNEMANN erwähnt hat, die Vorstellungen über die Zusammenhänge des Raumdiagramms mit der Schwunderscheinung an sich nicht neu sind. Schon in Amerika waren, wie Herr HAHNEMANN auch anführte, Versuche mit

sehr hohen Antennen gemacht worden. Aber anscheinend hatte noch niemals jemand die experimentellen Zusammenhänge zwischen Raumstrahlung und Fading so systematisch verfolgt. Die Ergebnisse, die mit den hohen Antennen erzielt worden waren, haben auch wir erlebt. Wir haben zur Zeit der Projektierung von Mühlacker erst in Nauen und später in Degerloch Versuche gemacht, um mittels hoher Antennen, die die Raumstrahlung unterdrücken sollten, die Schwunderscheinung zu beseitigen. Ich muß sagen: wir haben dabei einen so vollständigen Versager erlitten, daß es eine besondere Befriedigung bedeutet, diese schönen Kurven anzusehen, die einem zeigen, wie es eigentlich hätte sein können, wenn es richtig ausgekommen wäre. Ich glaube aber nicht, daß die schlechten Ergebnisse damals an der hohen Antenne gelegen haben; denn nach den eben gezeigten Vorschlägen glauben auch die Herren HAHNEMANN und HARBICH selbst an die Möglichkeit, durch übereinandergestellte Dipole das gewünschte Raumdiagramm zu bekommen. Und es ist nicht einzusehen, warum man dieses Raumdiagramm nicht bekommen sollte durch einen kontinuierlichen Leiter, wenn nur die Stromverteilung wirklich so ist, daß nach der Rechnung die Unterdrückung der Raumstrahlung herauskommt. Diese Lehre haben wir seinerzeit aus den Degerlocher Versuchen gezogen. Nachdem uns die Anordnung von horizontal ausgebreiteten Antennen wegen der vielen Maste, die dazu nötig sind, zu kostspielig erschien, um eine praktische Bedeutung zu erlangen, und nachdem wir infolge unserer umfänglichen Erfahrungen über die Speisung vieler Antennen und ihre Zusammensetzung zu einem Diagramm erkannten, daß es nicht leicht sein dürfte, eine betriebsmäßige Phasengleichheit einer größeren Reihe von Antennen sicherzustellen, beschäftigten wir uns sehr ernsthaft mit einer hohen Antenne mit höchst einfacher Speisung. Wir haben für Breslau eine Antenne vorgesehen, die mit einer Gesamthöhe von $\lambda/3$ eine Stromverteilung hat, die eine weitgehende Unterdrückung der Raumstrahlung bis in die Gegend von 60° herunter sicherstellt. Diese Speisung beruhte darauf, daß wir einen Stromknoten von unten her bis etwa $\lambda/12$ über den Antennendraht in die Höhe rückten. Man kann das gut machen, wenn man die Antenne oben hoch macht. Nun kostet aber die Höhe viel Geld; je höher der Mast wird, um so teurer wird die Anlage. Wir glaubten nun an Höhe sparen zu können, indem wir oben eine Beschwerung anbrachten, die den Reststrom aufnimmt. Versuche in Nauen zeigten uns aber, daß eine große Beschwerung — ein Dachseil oder ein horizontales T-Stück — sich nicht empfiehlt. Man kann dadurch den Schwund in hervorragendem Maße erzeugen, wenn er vorher nicht vorhanden war. Wir machten also Versuche, um eine möglichst konzentrierte Beschwerung des oberen Endes zu bekommen, die einen hinreichenden Strom bis oben in die Antenne hineinführt, um für die letzten 20 m Draht, die zur Strahlung nur wenig beitragen, nicht noch einen Turm bauen zu müssen. Wir führten dann eine solche Antenne aus. Wir bauten in Geltow die Breslauer Antenne im verkleinerten Maßstab 1 : 6 auf, entsprechend mit $^1/_6$ Wellenlänge. Die Antenne war 25 m hoch. Wir besaßen dort ausgezeichnete Holztürme, die innen völlig frei waren, und hängten daran eine solche Antenne auf. Als Beschwerung benutzten wir einen großen kugelförmigen Drahtkäfig verschiedener Abmessungen, der uns zeigte, wie seine Anschaltung die Stromverhältnisse beeinflußt. Um die Stromverteilung zu messen, legten wir eine Ringspule über den Antennendraht, die mit ihm zusammen einen Stromwandler bildet. Die Ringspule wurde über ein Meßinstrument abgestimmt, und das ganze Gerät wurde an einem Bindfaden an der Antenne heraufund heruntergezogen. Beim Heraufziehen ging man auf einer Leiter nebenher mit und las alle paar Meter den Antennenstrom ab. Auf diese Weise konnte man sehr genau den Verlauf des Antennenstroms von unten nach oben verfolgen und aufnehmen. Wir haben so mit großer Sicherheit den Stromknoten an der richtigen Stelle verifiziert und haben kontrolliert, daß der Einfluß der Beschwerung der Antenne auf die Stromverteilung auch experimentell der Berechnung entsprach. Wir hatten nun keinen Zweifel mehr, daß sich bei der Breslauer Antenne, die wir im wirklichen Maßstab mit einer Gesamthöhe von $\lambda/3$ ausführten, bei der gewünschten Stromverteilung das Raumdiagramm ausbilden muß, das sich aus der Stromverteilung ergibt. Es sind keine störenden Einflüsse mehr vorhanden. Bei den bisherigen Untersuchungen haben sich auch die berechneten und gemessenen Diagramme in so erstaunlicher Weise in Deckung befunden, daß nicht anzunehmen ist, daß in diesem Falle Rechnung und Messung voneinander abweichen werden; zum mindesten werden sie weniger abweichen als bei der Annahme eines hohen Dipols.

Auch aus diesem Grunde begrüße ich ganz besonders die Schönheit dieser Ergebnisse, weil sie zeigen, daß auch die Vorstellungen, die der Breslauer Antenne zugrunde gelegen haben, offenbar zu einem richtigen Resultat führen, und daß wir da das Hinausrücken der Schwundgrenze ebenso beobachten werden, wie es bei den eben gezeigten Versuchen der Fall gewesen ist. (Beifall.)

Herr **Gothe:** Ich möchte bezüglich der Speisung der Antenne eine Frage stellen. Aus Erfahrungen, die wir bei kurzen Wellen gesammelt haben, wissen wir, daß es schwer ist, mehrere Antennen, die einen Abstand voneinander haben, gleichphasig zu erregen. Vielleicht teilen die Herren Vortragenden mit, ob sie da etwas Besonderes bemerkt haben oder wie die Abstimmittel gewesen sind; denn es ist nötig, die Antennen getrennt abzustimmen und an die Leitung anzupassen.

Herr **Hahnemann:** Sie haben damit tatsächlich — ich will sagen: den schwierigsten Punkt in der Weiterentwicklung dieser Antennengebilde getroffen. Es ist natürlich nicht leicht, die Phasen vieler Antennen, die auch durch Strahlung miteinander gekoppelt sind und durch Speiseleitungen gespeist werden, zueinander gleich zu halten. Ich deutete das vorhin mit den wenigen Worten an, daß es Aufgabe der Weiterentwicklung der Technik ist, diese Mittel beherrschen zu lernen. Da es aber in wenigen Wochen Arbeit möglich war, bei den Versuchen mit der Reihenantenne diese Phasenbeziehung zu beherrschen und jetzt von der Reichspost weiterhin in Tegel, u. zw. schon mit Erfolg versucht wird, eine Flächenantenne zu bauen, mit der die ersten befriedigenden Erfahrungen schon vorliegen, so glaube ich sagen zu können, daß ich keine unüberwindlichen Schwierigkeiten sehe.

Eine Antwort auf die Frage, was praktischer ist: in die Höhe oder in die Fläche zu gehen, ist meines Wissens heute noch nicht möglich. Das wird sich vor allem nach dem Wellenbereich richten und auch von der näheren Aufgabenstellung abhängen, z. B. ob für den Sender bei der bestimmten Wellenlänge eine gute Erdbodenausbreitung vorliegt oder z. B. infolge von Waldumgebung eine schlechte. Ich glaube, daß sich die Technik darin sehr mannigfaltig entwickeln wird: einer der Gründe des Vortrages ist, weitesten Kreisen hierzu Anregungen zu bringen. Durch die verschiedensten Gedanken und Arbeiten wird allmählich das wirklich Praktische gefunden werden. Wir sind am Beginn der Entwicklung, und es ist jetzt wohl zum erstenmal gelungen, der Theorie entsprechende Effekte zu zeitigen; das bedeutet aber noch nicht, daß wir schon fertige Antennengebilde mit allen Erfahrungen vorschlagen können.

Herr **Plendl:** Bei den vertikalen Strahlungsdiagrammen war eine vollkommene Leitfähigkeit des Erdbodens vorausgesetzt. Maßgebend für die Beurteilung der Zulässigkeit dieser Voraussetzung ist der Brechungsexponent des Erdbodens. Für diesen Brechungsexponenten n gilt folgende Formel:

$$n^2 = \varepsilon - j \cdot 2 c \lambda \sigma.$$

Hierbei bedeutet

ε die Dielektrizitätskonstante der Erdoberfläche,

c die Lichtgeschwindigkeit,

λ die Wellenlänge und

σ die Leitfähigkeit der Erdoberfläche.

Das vertikale Strahlungsdiagramm von Abb. 1 ist bei der $\lambda/4$-Vertikalantenne dann vorhanden, wenn der imaginäre Teil $j 2 c \lambda \sigma$ sehr groß ist gegenüber dem reellen Teil ε. Nur in diesem Falle ist eine gut leitende Erde vorhanden. Im umgekehrten Falle, d. h. wenn der reelle Teil groß ist gegenüber dem imaginären Teil, dann erhält man für diese Antenne das vertikale Strahlungsdiagramm der Abb. 2[1]. Tangential zur Erdoberfläche und senkrecht dazu erfolgt hier keine Abstrahlung. Die Strahlung nimmt mit zunehmendem Erhebungswinkel zu und erreicht ein Maximum für die $\lambda/4$-Antenne bei 43°.

Für die norddeutsche Tiefebene kann man durchschnittlich mit folgenden Werten für die Bodenkonstanten[2] rechnen:

$$\varepsilon = 5 \cdots 20$$

$$\sigma = 1 \cdots 3 \cdot 10^{-14} \text{ E.M.E.}$$

---

[1] Vgl. z. B. H. Faßbender, Hochfrequenztechnik in der Luftfahrt, Kap. 8. Verlag Julius Springer, Berlin 1932. — H. Plendl, Kurzwellenantennen, S. 211 ··· 212.

[2] Desgl. Kap. 1. H. Faßbender u. F. Eisner, Ausbreitungsvorgänge und Reichweiten der langen Wellen, S. 7 ··· 8.

Berechnet man hiermit den Wert des Brechungsexponenten n für zwei verschiedene Wellenlängen $\lambda_1 = 2000$ m und $\lambda_2 = 200$ m, dann erhält man folgende Werte:

$$\text{für } \lambda_1: \quad n^2 = (5 \cdots 20) - j\,(120 \cdots 360)$$
$$\text{für } \lambda_2: \quad n^2 = (5 \cdots 20) - j\,(12 \cdots 36)\,.$$

Im ersten Fall ist der imaginäre Teil sehr groß gegenüber dem reellen Teil. Es ist also durchaus zulässig, mit einem vertikalen Strahlungsdiagramm zu rechnen, das die Form des cos-Diagrammes von Abb. 1 hat. Im zweiten Falle ist der reelle Teil von derselben Größenordnung wie der imaginäre Teil. Das vertikale Strahlungsdiagramm nähert sich daher der Form von Abb. 2. Die Strahlung nimmt also im zweiten Fall mit von 0 ansteigendem Erhebungswinkel zu.

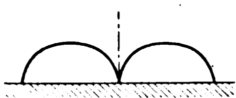


Abb. 1.

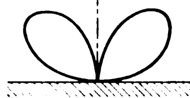


Abb. 2.

Die Heftigkeit des Nahschwundes bei kleineren Wellenlängen wird sicherlich zum wesentlichen Teil dadurch verursacht, daß die Bodenstrahlung der Sendeantennen klein ist im Verhältnis zu ihrer Raumstrahlung, denn bei guter Reflexion der Wellen an der oberen Schicht der Atmosphäre werden dadurch schon in verhältnismäßig geringer Entfernung vom Sender die direkte und die indirekte Welle von gleicher Größenordnung sein und durch Interferenz Auslöschungen des Empfanges geben.

Daß das vertikale Strahlungsdiagramm tatsächlich dem von Abb. 2 ähnlich ist, ist auch durch Messungen im Flugzeug erwiesen worden, und zwar sowohl in Deutschland als auch im Ausland. Bei einer Wellenlänge von 153 m ergab sich z. B. für eine lineare Vertikalantenne ein vertikales Strahlungsdiagramm, das der Abb. 2 ähnlich sieht. Es verlief nur nach dem Boden zu etwas flacher[3].

Nachtrag: Die günstigen Ergebnisse der Feldstärkemessungen bei 300 m Wellenlänge in Bodennähe, welche Herr Dr. HARBICH mitteilte, lassen nach der obigen Auffassung eine einfache Deutung zu, wenn man berücksichtigt, daß durch die von Herrn HAHNEMANN und Herrn Dr. HARBICH geschilderte Anordnung und Erregung der Gruppe von Vertikalantennen eine Bündelung der Strahlung in der Vertikalebene zustandekommt, durch welche die Abstrahlung bei kleinen Erhebungswinkeln verstärkt und bei großen Erhebungswinkeln geschwächt wird.

Herr Gothe: Nach meiner Ansicht sind die Zahlen, die der Herr Vorredner über die Leitfähigkeit des Bodens für die norddeutsche Tiefebene angegeben hat, zu ungünstig. Ich entsinne mich der Zeit, wo wir in Mühlacker Feldstärkemessungen machten. Auf Grund dieser Messungen läßt sich die Leitfähigkeit sehr gut bestimmen. Wir erhielten in der Nähe von Stuttgart eine Leitfähigkeit von 10^{-13}, obwohl das Gelände ziemlich hügelig ist, während die norddeutsche Tiefebene günstigeres Gelände aufweist. Nimmt man 10^{-13} an, dann multiplizieren sich die Faktoren des imaginären Teiles mit 3. Daß die 200 m-Welle an der Grenze liegt, so daß man in der Tiefebene noch einigermaßen ein gleichphasiges Spiegelbild annehmen kann, ist bekannt. Bei 250 ··· 300 m können wir in der norddeutschen Tiefebene mit gut leitfähigem Boden rechnen. Anders ist es in stark gebirgigen Gegenden wie z. B. im Schwarzwald. Da treten tatsächlich Werte von 10^{-14} auf, und dort läßt sich nur geringe Bodenstrahlung erzielen. Eckersley erwähnt z. B., daß in der Wüste Sahara, wo wir trockenen Sand haben, wo also nur Dielektrikum vorhanden ist, eine Horizontalstrahlung nicht zu erreichen ist.

Herr Plendl: Ich möchte hierzu bemerken, daß bei einer großen Reihe von Flügen, die sich auf Wellen von 200 ··· 2000 m und auf Entfernungen bis 260 km (Berlin—Hannover) erstreckten[4], nach einem neuen Verfahren eine durchschnittliche Leitfähigkeit sich ermitteln ließ, die tatsächlich mit der übereinstimmt, die ich angegeben habe. Bei kürzeren Wellen von etwa 200 ··· 1000 m bewirkt eine größere Dielektrizitätskonstante eine erhebliche Verringerung der Dämpfung der Bodenwelle.

Nachtrag: Berechnet man daher aus Ausbreitungsmessungen bei den kürzeren Wellen (z. B. 200 bis 600 m) die Leitfähigkeit σ des Erdbodens unter Vernachlässigung der Dielektrizitätskonstanten, so ergeben sich scheinbare Werte für σ, die ein Mehrfaches der tatsächlichen Boden-Leitfähigkeit betragen. Die tatsächliche Leitfähigkeit kann durch Ausbreitungsmessungen mit den kleineren Wellen nur dann ermittelt werden, wenn man die Dielektrizitätskonstante des Erdbodens in ihrer wahren Größe berücksichtigt. Für das vertikale Strahlungsdiagramm ist aber der scheinbare, große Wert von σ bedeutungslos, hier kommt es nur auf den tatsächlichen kleineren Wert von σ an.

Im übrigen sei erwähnt, daß M. J. O. STRUTT bei Messungen der Leitfähigkeit eines mäßig feuchten Wiesenbodens in Holland $\sigma = 5 \cdot 10^{-14}$ E.M.E. ermittelt hat[5], was etwa das Doppelte des Durchschnittswertes der Strecke Berlin—Hannover beträgt.

Herr Harbich: Ich möchte hierzu bemerken, daß wir in Mühlacker Versuche gemacht haben, um festzustellen, wie groß die Feldstärke nächst der Erdoberfläche ist. Dabei hat sich tatsächlich ergeben, daß man ungefähr einen Halbkreis bekommt; entsprechend der Leistung des Senders. Die von Herrn PLENDL auf der Erde gemessenen kleinen Feldstärken können daher nicht der Wirklichkeit entsprechen.

Herr Gothe: Wenn die Leitfähigkeit wirklich so gering ist, dann dürfte man am Boden auch nur eine sehr geringe Feldstärke haben; denn die Feldstärke läßt sich für jede Leitfähigkeit einigermaßen berechnen. Unsere Messungen sind alle am Boden gemacht worden. Wir müßten also in einer Entfernung von 70 ··· 80 km, wenn die Leitfähigkeit wirklich so gering ist, eine viel kleinere Feldstärke haben, als sie von uns gemessen worden ist. Es liegt hier eine Unklarheit vor, die ich nicht ohne weiteres richtigstellen kann. Am Boden sind sehr viele Messungen gemacht worden, besonders in England. So hat man auch in Südengland eine Leitfähigkeit von 10^{-13} gemessen, obwohl das Gelände dort viel ungünstiger ist als in der norddeutschen Tiefebene. Es ist ziemlich hügelig und steinig.

Herr Hahnemann: Ich möchte hierzu bemerken, daß beim Beginn der heute geschilderten Versuche auch vom DVL. mittels Flugzeugs Diagramme aufgenommen worden sind. Dabei ist mir damals aufgefallen, daß sich bei den Flugzeugmessungen ähnliche Kurven wie Abb. 2 des Herrn Dr. PLENDL ergeben haben, während die direkten Bodenmessungen größere Werte ergaben. Ich habe die Ursachen hierfür damals nicht weiter verfolgt, sondern nur vermutet, daß das vielleicht an der Meßart liegt. Wenn nämlich ein Flugzeug mit seiner Antenne im Verhältnis zur Wellenlänge hoch in den Raum hinaufsteigt, dann ist die Antenne und ihre elektrischen Vorgänge nicht mehr an die Grenze der Schicht, nämlich den Erdboden, gebunden. Die Antenne stellt dann einen Dipol über der Erde in einer Entfernung groß zur Wellenlänge dar. Wenn sie sich aber der Erde nähert, verändert sie sich in ihren Strahlungseigenschaften wesentlich sowohl hinsichtlich Strahlungsdämpfung als auch Richtcharakteristik und es werden die Messungen nahe und entfernt dem Erdboden hierdurch wahrscheinlich nicht mehr richtig vergleichbar sein. Im übrigen ist ja bei den Versuchen, die heute geschildert worden sind, die Erdbodenausbreitung gemessen und auf Grund der Intensität, die hierfür festgestellt worden ist, sind die Kurven berechnet worden, wie sie Herr Dr. HARBICH gezeigt hat. Natürlich ist es möglich, daß die in den Diagrammen angenommene Intensität der Raumwelle zu klein war oder gelegentlich größer angenommen werden muß, weil Diagrammverzerrungen im Sinne des Herrn Dr. PLENDL vorliegen. Das würde zwar weniger unsere Winkelbetrachtungen, aber die Lage der Nahschwundzone entsprechend beeinflussen, u. zw. in ungünstigem Sinne, d. h. diese dem Sender nähern, so daß die Raumwellenunterdrückung hierdurch noch wichtiger wird.

Herr Gothe: Diese Ausführungen bringen mich auf einen Gedanken, der wohl das Richtige trifft. Wenn sich ein Flugzeug in einer ziemlich geringen Höhe befindet und in geringer Entfernung von einer Antenne, dann erhält es eine direkte Strahlung von der Antenne und eine Strahlung, die vom Boden reflektiert wird.

[3] Nach Messungen, die in der DVL in Eberswalde durch Dipl.-Ing. G. Sudeck ausgeführt wurden.

[4] H. Faßbender, F. Eisner u. G. Kurlbaum, Untersuchung über die Ausbreitungsdämpfung elektromagnetischer Wellen und die Reichweiten drahtloser Stationen im Wellenbereich 200 ··· 2000 m. — Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 7 (1930) Nr. 7, S. 257 ··· 276.

[5] M. J. O. Strutt, Messung der elektrischen Erdbodeneigenschaften zwischen 20 und $2 \cdot 10^7$ Hertz. Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 7 (1930) Nr. 10, S. 387 ··· 393.

Wenn nun diese beiden Strahlungen eine Weg- und Phasendifferenz haben, dann ist es möglich, daß dadurch die Feldstärke im Flugzeug geringer wird. Das kann im Extremfall so weit gehen, daß sie gleich 0 wird, wenn der Unterschied $\lambda/2$ wird.

Vorsitzender: Wenn Ihre Erklärung richtig wäre, müßte man in verschiedenen Höhen Maxima und Minima erhalten. Ich weiß nicht, ob das bereits beachtet worden ist.

Herr **Hahnemann:** Es ändert sich aber gleichzeitig die Richtcharakteristik der Empfangsantenne im Flugzeug. Da wir dann nun die Wirkung sowohl der Raum- als auch der Bodenwellen haben, erhalten wir ein so unübersichtliches Bild, daß wir es heute abend wohl nicht mehr lösen können.

Herr **Plendl:** Was Herr Dr. GOTHE sagt, ist richtig. Es ist tatsächlich eine direkte Welle vorhanden, die vom Sender direkt zum Flugzeug geht, und eine indirekte, die erst vom Erdboden reflektiert wird und dann zum Flugzeug geht. Das elektrische Spiegelbild der Bodenantenne ist nur ein Ersatz für diesen Vorgang. Denn was in Wirklichkeit vor sich geht, ist eben nichts anderes, als daß eine direkte und eine vom Erdboden reflektierte Welle vorhanden ist und daß durch die Interferenz dieser beiden Wellen die vertikale Strahlungscharakteristik zustande kommt. Da der Phasensprung, der bei der Reflexion an einer überwiegend dielektrischen Erdoberfläche auftritt, annähernd gleich 180° zu setzen ist, ergibt sich für kleine Erhebungswinkel eine Auslöschung der Feldstärke, sofern das Produkt aus Leitfähigkeit und Wellenlänge $(2 c \lambda \sigma)$ gering ist gegenüber der Dielektrizitätskonstanten (ε) des Erdbodens.

Herr **Gothe:** Man muß hier einen Unterschied machen. Wenn man einen normalen Empfänger auf dem Erdboden hat, so bekommt man eine direkte und eine reflektierte Strahlung. Die Reflexion findet aber ganz in der Nähe des Empfängers statt, so daß die Wegdifferenz zwischen direkter und reflektierter Strahlung sehr klein ist. In einem Flugzeug jedoch kann diese Differenz, selbst bei mäßiger Flughöhe, schon erheblich sein, wenn der Abstand des Flugzeuges von der Sendeantenne nicht sehr groß ist. Die Reflexion am Boden findet dann etwa auf halbem Wege zwischen Sender und Flugzeug statt. Durch die örtlichen Verschiedenheiten des Bodens kann dann zu der Wegdifferenz noch eine Phasendifferenz bei der Reflexion entstehen.

Die Reflexion am Erdboden in der Nähe einer Empfangstation ist bereits in der Literatur erwähnt. Durch ihre Berücksichtigung bekommt man erst die richtige Feldstärke. Wenn man im allgemeinen bei der Sendeantenne ein Spiegelbild annimmt, so ist das nur eine Maßnahme, um den Strahlengang zu erklären. Tatsächlich findet die Reflexion am Erdboden im allgemeinen in der Nähe der Empfangsantenne statt. Daher ist es auch nicht möglich, die Strahlung eines Senders wesentlich zu verbessern durch Auslegen von Kupferblech um die Sendeantenne herum.

Herr **Krüger:** Die von Herrn Dr. GOTHE geäußerte Ansicht, daß Feldstärkenmessungen mittels Flugzeugen nicht die wahren Verhältnisse wiedergeben, trifft nicht zu. Das, was man im Flugzeug mißt, nämlich die Feldstärkenverteilung im Raume, ist ja gerade die Antennencharakteristik. Die in den letzten Jahren an einigen Nauener Richtantennen ausgeführten Strahlungsmessungen haben, wie Herr Dr. RUNGE bereits erwähnte, eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den gemessenen und berechneten Kennlinien ergeben. Grundsätzliche Schwierigkeiten traten bei den Feldstärkenmessungen mittels Flugzeugs nicht auf.

Vorsitzender: Weitere Bemerkungen werden anscheinend nicht gewünscht. Dann darf ich auch den Herren, die sich so lebhaft an der Diskussion beteiligt haben, den Dank des Vereins für ihre Beiträge und Anregungen aussprechen. Wir haben heute einen sehr interessanten und sowohl technisch als auch wissenschaftlich auf sehr hohem Niveau stehenden Abend erlebt. Ich schließe mit nochmaligem Dank an die Herren Vortragenden die Sitzung. (Lebhafter Beifall.)

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker.

(Eingetragener Verein.)

Geschäftstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker

Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33.



Betr.: Installations-Selbstschalter.

Laut Mitteilung des Elektrischen Prüfamtes 3 in München entsprechen die nachstehend aufgeführten Installations-Selbstschalter der Firma Christian Geyer G. m. b. H., Elektrotechn. und Metallwaren-Fabriken, Nürnberg, den seit dem 1. VII. 1930 geltenden Leitsätzen des VDE für Installations-Selbstschalter (VDE 445):

Installations-Selbstschalter in Sockelform mit vorderseitigem Klemmenanschluß (für Schalttafeleinbau) für 15 A, 250 V Gleichspannung, 380 V Wechselspannung, mit thermischer und hiervon unabhängiger elektromagnetischer unverzögerter Auslösung, mit Einschalt- und Auslösedruckknopf.

Prüfzeit: Sept./Nov. 1932.

Für Installations-Selbstschalter wird bekanntlich die Genehmigung zur Benutzung des VDE-Zeichens noch nicht erteilt. Es können aber Installations-Selbstschalter, welche laut Gutachten des Elektrischen Prüfamtes 3 in München den obenerwähnten Leitsätzen entsprechen, ebenso als verbandsmäßig angesehen werden wie andere Apparate, deren Übereinstimmung mit den VDE-Vorschriften von der VDE-Prüfstelle durch Erteilung der Zeichengenehmigung anerkannt worden ist (vgl. Veröffentlichung in der ETZ 1932, H. 49, S. 1190).

Prüfstelle des Verbandes Deutscher Elektrotechniker.
Zimmermann.

AEF

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen.

Geschäftstelle: Elektrotechnischer Verein, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33 II, Fernsprecher Amt Wilhelm C 4 8885/86.

25 Jahre AEF.

Auf ein Vierteljahrhundert erfolgreicher Arbeit kann in diesem Jahre der Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen mit berechtigtem Stolze zurückblicken. Die Zahl derjenigen, die ihm ihre gelegentliche oder fortlaufende Mitarbeit gewidmet haben, ist außerordentlich groß, und es finden sich viele klangvolle Namen darunter. Aber unbestreitbar das größte Verdienst an dem Zustandekommen und Gedeihen des Ganzen ist mit dem einen Namen Karl Strecker verbunden. Dieser unvergleichliche Versammlungsleiter wußte nicht nur stets die geeigneten Mitarbeiter heranzuziehen, sondern verstand es auch, die oft hart aneinanderstoßenden Meinungen durch immer wiederholtes Herausheben des sachlichen Kernpunktes zum Ausgleich zu bringen. Als er vor zwei Jahren zu allgemeinem Bedauern aus Altersrücksichten den Vorsitz im Ausschuß niederlegte, hat als berufener Sprecher Herr Görges in dieser Zeitschrift[1] die Anerkennung derer zum Ausdruck gebracht, die unter Streckers Leitung an den Beratungen des AEF teilgenommen haben. Heute muß es für Herrn Strecker eine große Freude sein, zu sehen, daß die Tradition seines Wirkens unter seinem Nachfolger Herrn Wallot gewahrt geblieben ist. Nach wie vor steht Sachlichkeit voran.

Herr Wallot hatte bereits im Jahre 1928 im Auftrage des AEF eine zusammenfassende Darstellung der Verhandlungen des Ausschusses während seiner ersten 20 Jahre im Springerschen Verlage herausgegeben. Heute könnte er sehr wesentliche Ergänzungen hinzufügen, an denen er z. T. selbst grundlegende Arbeit geleistet hat. Dazu gehören z. B. die Entwürfe über magnetische und elektrische Größen und Einheiten, die wegen der jetzt schwebenden internationalen Verhandlungen im Augenblick von ganz besonderer Bedeutung sind. Welche gewaltige Arbeit in solchen Dingen steckt, ahnt niemand, der nicht an

[1] ETZ 1930, S. 1760.

den Verhandlungen teilgenommen und Zeit und Mühe zum Opfer gebracht hat. Es ist hier nicht anders als bei jedem Fortschritt. Unendliche Arbeit wird getan, Berge Papieres werden beschrieben und bedruckt, damit schließlich wenige klare Erkenntnisse herauskristallisieren. Herr Görges gibt in seiner oben erwähnten Darlegung treffliche Beispiele für so erhaltene Resultate, die heute gar nicht mehr in der Elektrotechnik entbehrt werden könnten. In der modernen Akustik, in der Schwingungs- und Wellenlehre, auf dem Gebiete des Elektrizitätsdurchgangs durch Gase wird es voraussichtlich bald nicht anders sein. Auch hier erfordert rascher Fortschritt eine Festlegung der Grundbegriffe und Einheiten und im AEF ist in den letzten Jahren bereits Vieles dafür getan. Andere Gebiete werden folgen. Wir dürfen erwarten, daß schließlich durch die klärende und Ordnung bringende Tätigkeit des AEF an vergeblicher Arbeit ein Vielfaches von dem erspart wird, was er selbst zu diesem Zweck hat leisten müssen.

H. Dießelhorst.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

O. Ely. — Mit Ablauf des November ist Otto Ely, Direktor des Städt. Elektrizitätswerks in Nürnberg, in den Ruhestand getreten. Nach dem Studium in Charlottenburg und praktischer Tätigkeit bei Mix & Genest, bei der AEG und im Ingenieurbüro O. v. Miller übertrug man ihm die Leitung des Elektrizitätswerkes Kaiserslautern. 1899 wurde er zum Leiter des Nürnberger Werkes berufen, das er in mehr als 33jähriger Tätigkeit zu einem musterhaften Unternehmen entwickelt hat. So war Ely einer der ersten Elektrizitätswerksleiter, der beim Übergang zum Drehstrom die Verbrauchspannung 220/380 V durchsetzte; eine derartige Spannungserhöhung glaubte man allgemein den bestehenden Installationen nicht zumuten zu dürfen. In Anerkennung seines Wirkens für die städtischen Werke ist das neue Unterwerk am Wöhrder Tor „Ely-Station“ genannt worden. — An den Arbeiten des VDE nahm Ely als Vertreter der Vereinigung der Elektrizitätswerke regen Anteil. Er war Mitglied der Kommission für Zähler, Drähte und Kabel sowie Installationsmaterial.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Die Scheibendurchführung.

Zu dem Aufsatz von H. BRÜLLE in ETZ 1932, S. 177, gestatte ich mir folgende Bemerkungen:

Es ist sehr zu begrüßen, daß auch einmal der Scheibendurchführung einige Aufmerksamkeit geschenkt wird, nachdem die Zylinderdurchführung in zahlreichen Abwandlungen fast ausschließlich das Feld beherrscht hat. Die Untersuchungen von BRÜLLE, die offenbar nur mit gerade vorhandenen Mitteln ausgeführt worden sind, beweisen, daß noch wesentliche Verbesserungen möglich sind. Die schließlich gefundene Form entspricht meinem DRP. 330 082 vom 21. XII. 1919, „Durchführungsisolator in Scheibenform“. In der Patentschrift ist noch ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt.

Übrigens handelt es sich hier letzten Endes um ein Prinzip, das sich auf alle Isolatorarten und -anordnungen anwenden läßt: Steuerung des Feldes durch Elektroden, die Winkel aufweisen, in die die Oberflächen der isolierenden Körper auslaufen, so daß die Feldstärke längs des Überschlagwegs möglichst konstant ist. Dies Prinzip liegt auch meinem Vorschlag für einen Stützisolator zugrunde (DRP. 337 223 vom 16. XII. 1919). Es sind seinerzeit von mir auch Versuche an ausgeführten Porzellanisolatoren angestellt worden, die ergaben, daß der Überschlag ohne jede Vorentladung stattfand. Die Stützen waren zylindrisch, die Elektroden ebene Scheiben mit wulstigen Rändern, von denen Zapfen in der Form von Halbeiern in den Isolierkörper hineinragten. Die Versuche konnten nicht mehr zum Abschluß gebracht werden; ebenso wurde eine weitere Patentanmeldung betreffend eine Zylinderdurchführung nach ähnlichem Prinzip nicht weiter verfolgt, da ich Deutschland verließ.

Schanghai, 25. III. 1932. P. Böning

Erwiderung.

Bei der Abfassung meiner Diplom-Arbeit im Sommer 1930 war mir das D. R. P. 330 082 des Herrn P. Böning nicht bekannt, und ich werde erst jetzt durch das mir zugegangene Schreiben darauf aufmerksam. Da die Patentschrift keinerlei Angaben über die zahlenmäßige Höhe der durch entsprechende Ausbildung der Fassungen erzielbaren Verbesserung enthält, dürfte die Veröffentlichung meiner experimentellen Untersuchungen an der T. H. Hannover nicht überflüssig gewesen sein.

Lippstadt, 5. V. 1932. Hans Brülle.

Eine Verbesserung des Klydonographen.

Ich gestatte mir, zu dem in der ETZ 1932, S. 939, erschienenen Aufsatz von F. HARTJE folgende Bemerkungen:

Herr HARTJE gibt als Ursache der Unsicherheit in den Angaben des Klydonographen den Luftzwischenraum zwischen Metall- und Glasplatte an, der infolge Unebenheiten entstehen kann. — Diese eine Quelle der Unsicherheit ist lange bekannt. Es sei auf die grundlegenden älteren Arbeiten von TOEPLER verwiesen. Man vermied diese Unsicherheiten durch Bekleben der Glasplatte mit Stanniol oder durch Kurzschließen der Luftschichten mittels Flüssigkeiten von hoher Dielektrizitätskonstante. In dem technisch verwendeten Klydonographen[1] wird eine Metalltrommel, die mit einer Hartpapierschicht umwickelt ist, benutzt, über die straff ein schmiegsamer Film gespannt ist, so daß Fehler durch schwankende Dicke des Films und durch zusätzliche Luftspalten weitgehend vermieden werden. Tatsächlich streuen die Meßwerte in recht engen Grenzen bei gleichbleibenden äußeren Bedingungen.

Die Meßungenauigkeit des Klydonographen hat noch andere Ursachen: Die Größe der Lichtenbergschen Figuren wird durch Luftdichte und Feuchtigkeitsgehalt der Luft beeinflußt, ferner in erheblichem Maß durch die Geschwindigkeit des Spannungsanstieges an den Elektroden[2]. Die Meßgenauigkeit des Klydonographen in bekannter Ausführung läßt sich durch gleichzeitige Aufzeichnung von positiven und negativen Figuren durch ein- und denselben Vorgang und deren Auswertung erhöhen.

Der beachtenswerte Vorschlag des Herrn HARTJE, den Klydonographen durch Einfügen eines Luftspaltes zwischen photographischer Schicht und Gegenelektrode zu verbessern, muß noch dahingehend geprüft werden, in welchem Maß die Figurengröße durch Änderung der Luftfeuchtigkeit, etwa in den Grenzen 30 ··· 95 %, und der Stirnlänge der Wanderwellen, etwa in den Grenzen 10 m bis 100 km, abhängt, ehe die Vorzüge der vorgeschlagenen Anordnung beurteilt werden können.

Charlottenburg, 6. X. 1932.

D. Müller-Hillebrand.

Erwiderung

Die von TOEPLER angegebenen Mittel zur Vermeidung von Unregelmäßigkeiten im Dielektrikum sind für ein technisches Meßgerät nicht anwendbar. Der Filmklydonograph mit einer Hartpapierrolle von 3,6 mm Wandstärke bedeutet in dieser Hinsicht zwar eine Verbesserung, gibt aber nicht die Vorteile, die ich bei Anordnungen mit großem Elektrodenabstand bei besonders geringer Flächenkapazität gefunden habe. Die Regelmäßigkeit und Größe der positiven Figuren lassen eine genauere Auswertung zu, der Meßbereich wird bedeutend erweitert. Die geringe Eigenkapazität ermöglicht überhaupt erst die Anwendung von Spannungsteilern mit kleinen Kapazitäten. Die von den Amerikanern benutzten Ringspannungsteiler geben mit den bisherigen Klydonographen sicher falsche Werte.

Inzwischen habe ich die Anordnung weiter untersucht und die Unabhängigkeit der Größe positiver Figuren von der Stirnlänge innerhalb weitester Grenzen gefunden. Wellen von der Stirnlänge 10 m bis zu Wellen mit der Frequenz 50 Hz gaben bei gleichen Maximalwerten der Spannung gleiche Figurendurchmesser. Versuche über den Einfluß von Luftfeuchtigkeit und Luftdruck sind im Gange.

Hannover, 17. X. 1932. F. Hartje.

Einzelantrieb der Rollen von Walzwerksrollgängen.

In H. 34 der ETZ 1932, S. 821, bringen Sie einen Auszug aus einer Veröffentlichung von W. ALBRECHT Stahl u. Eisen Bd. 51, S. 929. Es wird darin versucht, für den Reibungsantrieb von Rollgangsrollen Propaganda zu machen, indem man sich dabei auf eine unserer Rollen-

[1] Arch. Elektrotechn. Bd. 25, H. 5, S. 333 (1931).
[2] Siemens-Z. Bd. 7, S. 547 u. 606 (1927).

typen stützt. Man behauptet, daß die von uns gebaute Elektrorolle mit innen liegendem Motor eine Umformung der Periodenzahl erfordere, und daß dieser Umstand dazu geführt habe, Antriebsarten zu entwickeln, die unter Benutzung von Übersetzungsverhältnissen direkt an das 50 Hz-Netz angeschlossen werden konnten. Man erwähnt kurz, daß man Rollen mit Zahnradübersetzung bereits erfolgreich gebaut hat und widmet dann eingehendere Darstellungen der Anwendung von Reibradübersetzungen.

Zunächst möchten wir richtigstellen, daß Periodenumformer bei unseren Rollen mit innenliegenden Motoren absolut nicht nötig sind. Wir haben zahlreiche und große Anlagen im Betrieb, bei denen diese Rollen direkt an das 50 Hz-Netz angeschlossen sind. Dies trifft für unsere Rollen mit innenliegendem Motor ebenso wie für unsere Type mit außenliegendem Motor zu. Die Zwischenschaltung irgendeiner Übersetzung ist dabei absolut nicht nötig und wird von uns in keinem Falle angewendet. Wir möchten hervorheben, daß dies in vollem Umfange auch für die üblichen und normalen Rollgangsgeschwindigkeiten gilt. Reibradübersetzung zu wählen, ist unter allen Umständen verfehlt und führt unbedingt zu Mißerfolgen. Der Reibantrieb hat sich bisher bei keiner irgendwie gearteten Rollgangskonstruktion befriedigend bewährt, u. zw. gleichgültig, ob man Rollgänge mit einzeln angetriebenen Rollen oder solche mit einem gemeinschaftlichen Antrieb betrachtet. Dies trifft insbesondere zu für Rollgänge, die gesteuert werden müssen.

Wie bereits oben erwähnt, sind bei unseren Rollentypen keinerlei Zwischengetriebe erforderlich, und es besteht durchaus nicht die Notwendigkeit, komplizierte und die Betriebsicherheit in Frage stellende Konstruktionen mit Zwischentrieb zu schaffen.

Düsseldorf, 3. IX. 1932. Schloemann AG.

Erwiderung.

Wenn in dem genannten Bericht dem Reibungsantrieb von Rollgangsrollen ein breiterer Raum gewidmet ist, als ihm seiner Bedeutung nach zukommt, so ist dieser Umstand bedauerlicherweise durch die Kürzung der Veröffentlichung meiner Arbeit in Stahl und Eisen entstanden. Es hat mir fern gelegen, eine Propaganda für irgendein Antriebsystem machen zu wollen, ich war vielmehr bemüht, die mir bekannt gewordenen Ausführungsformen von einzeln angetriebenen Rollen ohne Werturteil aufzuführen.

Wenn die Firma Schloeman AG. heute in der Lage ist, direkt elektromotorisch angetriebene, ohne Übersetzung unmittelbar an das 50periodige Drehstromnetz anzuschließende Rollen zu bauen, so standen solche Möglichkeiten den Konstrukteuren der anderen Firmen nicht zu Gebot. Diese waren vielmehr gezwungen, normale Motoren für 50 Hz zu verwenden und zur Herabsetzung der Umdrehungszahlen irgendwelche Übersetzungsglieder in Kauf zu nehmen. Das Werturteil über die entstandenen und in meinem Bericht geschilderten Ausführungsformen von einzeln angetriebenen Rollen sich zu bilden, muß dem technischen Gefühl des Lesers überlassen bleiben. Es besteht aber keine Veranlassung, einen Irrtum meinerseits aufzuklären.

Düsseldorf, 10. IX. 1932. Wilhelm Albrecht.

LITERATUR.

Besprechungen.

Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt (Telegraphentechnischen Reichsamt) Bd. 15. Mit zahlr. Abb., IV u. 310 S. in 4°. Alleinvertrieb durch Julius Springer, Berlin 1931. Preis kart. 12 RM.

Der 15. Band der „Mitteilungen aus dem Reichspostzentralamt (Telegraphentechnischen Reichsamt)" weist eine Fülle wichtiger Arbeiten aus allen Teilgebieten der Fernmeldetechnik und damit in Verbindung stehenden Techniken auf. Die Funktechnik ist u. a. vertreten durch Arbeiten von Bäumler, Kiebitz, Weichart und Langewiesche; von diesen Arbeiten seien erwähnt „Strahlungsmessungen an Kurzwellen-Richtantennen der Großfunkstelle Nauen (Bäumler, Krüger, Plendl und Pfitzer), „Die Wellenausbreitung des Deutschlandsenders" sowie „Ergebnisse der im April 1929 bei Berliner Rundfunkteilnehmern gehaltenen Umfrage über die Empfangsverhältnisse" (Kiebitz). Über Fernsehprobleme enthalten die „Mitteilungen" Arbeiten von Kirschstein und Krawinkel. Das wichtige Gebiet der Fernkabel- und Verstärkertechnik ist mit drei Arbeiten von Weinitschke, darunter einem „Beitrag zur Theorie der Rückkopplungen in Zweidrahtleitungen", vertreten sowie mit einer Arbeit von Grützmacher „Durchlaßbereich, Phasenlaufzeit und Klirrfaktor von Fernkabeln". Über „Sammelverbindungen" und über „Eine Schaltungsanordnung zur Abhaltung von Sammelferngesprächen" berichten Winzheimer und Decker. Mehrere Arbeiten beschäftigen sich mit Klanganalyse, Analyse von Geräuschen (Grützmacher) und Frequenzanalyse (Salinger); letzterer berichtet außerdem über Fehlerortsbestimmung an Seekabeln mit langsamen Wechselströmen (Salinger und Krömer). Das Gebiet der Selbstanschlußtechnik behandeln Arbeiten von Hochheim, Labunski, Pietsch und Schwender[1] („Kleine Selbstanschlußämter 29 der Deutschen Reichspost"), Fragen des Schnellverkehrs bespricht Weishaupt („Die selbsttätige Wechselstromzeichengabe im Schnellverkehr"). Über Stromversorgungsanlagen berichten Loog („Die selbsttätige Regelung des Puffer- und Ladestroms") sowie Stübler, und Fragen des Telegraphenbaus behandeln Kühn („Kabelkraftwinden") und Winnig[2] („Beiträge zur Berechnung hölzerner Leitungsmasten"). Schließlich sei noch auf die Arbeit von Klewe („Gegeninduktivitätsmessungen an Leitungen mit Erdrückleitung") und auf mehrere Arbeiten von Pollaczek (darunter die „Theorie des Wartens vor Schaltern") hingewiesen. — Außer diesen Arbeiten bestimmter Verfasser enthalten die „Mitteilungen" noch Berichte über „Fortschritte des elektrischen Nachrichtenwesens aus dem Arbeitsgebiet des Reichspostzentralamts für 1929"[3] und „Professorenkonferenz 1930 beim Reichspostzentralamt". — Über mehrere der aufgeführten Arbeiten ist hier bereits berichtet worden. Buttler.

Einführung in die Theorie der Wellengleichung. Von Prof. H. Schmidt. Mit 16 Fig. u. 146 S. in gr. 8°. Verlag Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1931. Preis kart. 11,70 RM.

Das vorliegende Büchlein, eine erweiterte Wiedergabe von Vorlesungen, will am Stoff der Wellengleichung eine Einführung in die Behandlung von Eigenwertproblemen der Theorie der partiellen Differentialgleichungen geben. Es wendet sich also an Mathematiker, Physiker und Elektrotechniker in mittleren Semestern. Vorausgesetzt wird, daß die üblichen einleitenden Vorlesungen über Höhere Mathematik gut verarbeitet worden sind. Es bietet dann einem so vorbereiteten Leser gediegenen Stoff, der an sich interessant ist und Einblick in höhere Methoden gewährt. Das Büchlein gliedert sich in 5 Kapitel: Allgemeine Grundlagen, Wellengleichung in eindimensionalen, zweidimensionalen und dreidimensionalen Kontinuen, die Schrödingersche Wellengleichung. Von dieser Theorie enthält es natürlich nur das Einfachste: Eigenwert des Rotators und stationäre Zustände des Wasserstoffatoms. Für das 5. Kapitel wird der Leser besonderen Dank wissen. Im einzelnen findet man eine Einführung in mancherlei nützliche Dinge wie Fouriersche Reihen und Integrale, Sturm-Liouvillesche Eigenwertprobleme, Gammafunktion, Besselsche Funktionen, Kugelfunktionen, Fuchssche Theorie der linearen Differentialgleichungen. Die Darstellung ist klar und scheint auch wesentlich in Ordnung. (Nur etwas: Seite 123, § 29 scheint bei variablem C nicht zu stimmen; auch der Grenzübergang $\lambda_0 \to 0$ auf Seite 124 ist bedenklich.) So ist das Buch sicher brauchbar und empfehlenswert. Fraglich ist nur die pädagogische Seite. Referent fürchtet, daß mancher Student den Stoff für schwerer halten wird als er ist. Ob es klug ist, jemandem, der etwas von der Schwingungsgleichung wissen will, gleich in § 2 die Transformation auf orthogonale krummlinige Koordinaten und in § 4 die Kirchhoffsche Wellenformel vorzusetzen, kann man bezweifeln. Und dann gibt es gar so viele Formeln, zahlreiche mehrfache Integrale und Summen in dem Buche, was gewiß manchem sehr gelehrt vorkommen wird, aber auch die üble Ansicht, Mathematik bestehe aus Formeln, zu bestärken geeignet sein kann. Eine neue Auflage sollte in pädagogischer Hinsicht gründlich umgearbeitet werden. Das Buch verdiente die aufgewandte Mühe. G. Hamel.

Wasserkraft-Jahrbuch 1930/31 (5. Jahrg.) Herausg. v. Prof. Dr.-Ing. K. Dantscher u. Ing. C. Reindl. Mit 114 Abb. i. Text u. 370 S. in 8°. G. Hirth Verlag AG., München 1931. Preis geb. 22 RM.

Die Weltkraftkonferenz in Berlin löste im Jahre 1930 eine Hochflut von Veröffentlichungen auch auf dem Teilgebiet der Wasserkraft" aus. Es ist erfreulich, daß das Wasserkraft-Jahrbuch diesem manchmal zu lauten und zu geschäftigen literarischen Treiben gegenüber Distanz ge-

[1] S. a. ETZ 1931, S. 743.
[2] S. a. ETZ 1931, S. 357.
[3] S. a. ETZ 1931, S. 1069

wahrt hat und erst jetzt, nachdem diese hochgehenden und leider nicht immer befruchtenden Wogen abgeebbt sind, mit einem neuen Band, dem 5. Jahrgang, an die Fachwelt und interessierten Kreise herantritt. Am äußeren Gewand und an der allgemeinen Gliederung hat sich bei dem neuen Band gegenüber den früheren Jahrbüchern nichts geändert. Auch der Charakter als „Jahrbuch" ist gewahrt geblieben, z. B. durch Fortführung der Betrachtungen über die einschlägige Gesetzgebung in den Wasserkraftländern (diesmal Schweiz, Frankreich, Italien), über die hydrographischen Institutionen (diesmal: außereuropäische Länder).

Es ist nicht möglich, in dem hier gesteckten Rahmen die mehr als 20 Aufsätze einzeln zu würdigen.

Allein an einigen Beispielen, über die hier später referiert werden wird, sieht man, welche Fülle wertvollen Materials auch der neue Band des Wasserkraft-Jahrbuches wieder bringt. Demgegenüber will es nicht viel besagen, wenn in einem der vielen Aufsätze auch einmal wirtschaftliche Betrachtungen angestellt werden, deren Voraussetzungen mehr als wirklichkeitsfern sind. Es scheint eben gar nicht so einfach, sich zu dem Standpunkt durchzuringen, daß letzten Endes nicht der Pfennig, sondern der „Mensch als Zweck" der Zentralpunkt ist, um den Technik und Wirtschaft kreisen sollten.

Man darf überzeugt sein, daß auch der neue Band des Wasserkraft-Jahrbuches der Sammlung viele neue Freunde werben wird.

Otto Streck.

I. Internationaler Schweißtechnischer Kongreß für Dampfkesselbau 1.—3. Juli 1931, Den Haag. Von C. Zoernsch. Mit zahlr. Abb. u. 343 S. in 4°. Verlag de Zuid-Hollandsche Boek- en Handelsdrukkerij AG., Den Haag 1931. Preis geb. 13,50 hfl.

In dem Bericht sind die Ansprachen, Vorträge und Aussprachen niedergelegt, u. zw. z. T. in den Ursprungssprachen mit anschließender Übersetzung. Die Vorträge — darunter ist manches bisher Unveröffentlichtes — bringen zusammenfassend das, was der Fachmann hinsichtlich der Gas- und elektrischen Bogenschweißung im Kesselbau wissen muß. Erfreulich, wenn auch nicht restlos klärend, ist die ausgedehnte Aussprache über blanke und umhüllte Elektroden, wenn hierbei auch nur die schlackenden und nicht die ebenso wichtigen verdampfenden Umhüllungen berücksichtigt wurden. Leider wurde das Schutzgasschweißen, welches gerade für den Dampfkesselbau neben der Wassergasschweißung wohl am meisten Aussicht hat, nicht erwähnt, ebensowenig die maschinelle Schweißung, dafür aber um so mehr die Schmelzschweißung von Hand mit Azetylen-Sauerstoff, obgleich sie hier für die Neufertigung nur untergeordnete Bedeutung hat. Über Festigkeit, Berechnung und Prüfung von Nähten ist viel abgehandelt, über die Erzielung dichter und kerbzäher Elektroschweißnähte nichts. Die deutschen Dampfkesselvorschriften wurden hinsichtlich der Anwendung der Schweißtechnik von eigener Seite als rückständig kritisiert.

Das Buch, dessen Druck und Ausstattung hervorragend sind, wird denen, die sich für die Schweißung im Dampfkesselbau einsetzen, recht gute Unterlagen bieten und sollte von allen, die Dampfkessel und Druckgefäße bauen, gründlich studiert werden.

J. C. Fritz.

Berechnung und Konstruktion der Dampfturbinen. Für das Studium u. die Praxis. Von Dipl.-Ing. Prof. C. Zietemann. Mit 468 Textabb., XI u. 452 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1930. Preis geb. 33 RM.

Mit diesem Buche hat der Verfasser ein Lehrbuch über Dampfturbinen geschaffen, das seine Aufgabe in ausgezeichneter Weise erfüllt. Aus der Fülle des Stoffes ist mit großem Geschick das herausgesucht, was für den Studierenden und für den Konstrukteur notwendig ist. Zunächst werden in einem Abschnitt „Grundlagen" die Teile aus der Wärmelehre behandelt, die für das Verständnis der Dampfturbine unerläßlich sind; dann folgt die dampftechnische Berechnung der Turbinen selbst. Der konstruktiven Ausbildung ist der nächste Abschnitt gewidmet, wobei die Berechnung der Einzelteile jedesmal angegeben wird. Es folgen Abschnitte über die Regelung der Dampfturbinen, über ausgeführte Anlagen und Turbinen für Sonderzwecke. Der Abschnitt über die Einzelteile und über die Regelung der Dampfturbinen ist für den Konstrukteur besonders wichtig. Es sei hier nur hingewiesen auf die Berechnung der Ventilquerschnitte bei Drosselregelung und Mengenregelung, die Ermittlung der Kurven für Nockenscheiben und auf das Diagramm, welches die durchgehende Dampfmenge für ein System von Düsenventilen abhängig vom Hub oder vom Verdrehungswinkel der Nockenwelle angibt.

Die Einteilung der Turbinenstufen in Gleichdruckstufen und Überdruckstufen ist nicht mehr ganz zeitgemäß. In der Praxis kommen auch sehr oft Stufen vor, die z. B. mit 10 oder 15 % Reaktion arbeiten. Für eine spätere Auflage sei auch der Wunsch geäußert, daß noch ein Abschnitt über das Verhalten der Turbinen im Betrieb, bei Teillasten, und veränderten Dampfverhältnissen, über die Lage des Punktes größter Wirtschaftlichkeit usw. hinzugefügt werden möchte.

A. Zinzen.

Die Kältemaschine. Grundlagen, Ausführung, Betrieb, Untersuchung und Berechnung von Kälteanlagen. Von Dipl.-Ing. M. Hirsch. 2. verb. u. verm. Aufl. mit 390 Textabb. XVI u. 657 S. in gr. 8°. Verlag von Julius Springer, Berlin 1932. Preis geb. 36 RM.

Angesichts der schnellen und vielseitigen Entwicklung der Kältetechnik wird jedem Fachgenossen, der mit diesem Spezialgebiet zu tun hat, die nunmehr vorliegende zweite Auflage des klassischen Werkes „Die Kältemaschine" sehr willkommen sein. Das Buch ist derartig vielseitig und umfassend, daß es unmöglich ist, im vorgezeichneten Rahmen einer kurzen Besprechung auch nur das Allerwichtigste herauszugreifen. In Wort und Bild, in Zeichnungen und Berechnungen behandelt es die aktuellsten Fragen und ist, alles in allem, ein Werk, das seinem bekannten Verfasser und dem Verlag Springer in jeder Weise zur Ehre gereicht. Es erscheint vor allem geeignet, auch den ausländischen Kälteingenieuren zu zeigen, was auf diesem Gebiet gerade in den letzten Jahren deutsche Wissenschaft und deutsche Technik trotz aller Not geschaffen haben. Auch auf die ausländischen Konstruktionen wird entsprechend eingegangen. Daher ist dem Buch im In- und Ausland, bei den Fachgenossen in der Technik und an den deutschen Hochschulen nur die weiteste Verbreitung zu wünschen, um dem volkswirtschaftlich so wichtigen Zweig der Kälteindustrie seine ihm gebührende Stellung zu erhalten und zu vertiefen. Für den Elektrotechniker ist es insofern interessant, als es neue Absatzmöglichkeiten elektrischer Energie zeigt.

Voigt, Darmstadt.

„Hütte" des Ingenieurs Taschenbuch. Herausg. v. Akademischen Verein Hütte e. V. in Berlin. 26. neubearb. Aufl., Bd. 2. Mit 2160 Textabb., XX u. 1196 S. mit Daumenreg. in kl. 8°. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1931. Preis i. Leinen geb. 17,50 RM, i. Leder geb. 20,50 RM.

Wie bisher wird im 2. Band der „Hütte" überwiegend Maschinenbau und Elektrotechnik behandelt. Abgesehen von den Abschnitten 6 und 7, die sich speziell mit Elektrotechnik befassen, und auf die sich die folgende Besprechung nicht erstrecken soll, tauchen elektrotechnische Betrachtungen natürlich auch an anderen Stellen auf, ohne daß durch diese Anordnung des Stoffes die Benutzung des Taschenbuches erschwert wird. Es ergibt sich von selbst, daß im Anschluß an die Arbeitsmaschine der elektrische Antrieb besprochen wird. Im Abschnitt „Förder- und Lagertechnik" findet man auch eine für alle elektrisch betriebenen Hebezeuge wichtige Darstellung der elektrischen Bremsschaltung. Es läßt sich allerdings darüber streiten, ob man die elektrische Schweißung nicht besser unter „Elektrowärmetechnik" hätte aufnehmen sollen. Störend empfindet man es auch, daß Seile und Ketten an 2 Stellen, unter „Maschinenteile" und „Förder- und Lagertechnik", behandelt werden. Die Teilung des bisherigen Abschnitts „Arbeitsmaschinen" in 3 besondere Abschnitte ist durch die starke Zunahme des Stoffes begründet. Viele Kapitel wurden erweitert. Unter „Kraftmaschinen" vermißt man aber den Kohlenstaubmotor, und „Pumpen und Kompressoren" würden durch die Sonderausführung der elektrisch betriebenen Unterwasserpumpe vorteilhaft ergänzt werden.

Zu begrüßen sind zahlreiche Literaturhinweise. An manchen Stellen, z. B. beim elektrischen Antrieb von Werkzeugmaschinen, hätte aber die neue Zeitschriftenliteratur in stärkerem Maße herangezogen werden können. Neu sind kleine Übersichten in Stichwortform, die zur Erhöhung der Übersichtlichkeit jedem Kapitel vorangestellt werden. Auch das Daumenregister erleichtert das Auffinden von Einzelangaben wesentlich. Die neue Auf-

lage des Taschenbuches trägt also nicht nur dem Inhalt nach, sondern auch in der Handhabung den durch das Anwachsen des Stoffes bedingten gesteigerten Ansprüchen des Ingenieurs in hohem Maße Rechnung.

W. Kraska.

Wirtschaft, Technik und Wirtschaftsprüfung. Von Dr.-Ing. E. h. A. Schlomann. (Heft 4 von „Der Wirtschaftsprüfer".) Mit IV, 51 S. in gr. 8⁰. Verlag von Julius Springer, Berlin 1932. Preis geh. 2,60 RM.

Die Gedanken und Motive, mit denen die Technik sich ihre vollberechtigte Mitwirkung an der Wirtschaftsprüfung erstritten hat, die, wie der Verfasser sagt, der Beseitigung einer über die deutsche Wirtschaft sowie in bezug auf das Verhältnis des Auslandskapitals zu dieser hereingebrochenen Vertrauenskrise dienen soll, sind heute im wesentlichen bekannt und anerkannt. Gleichwohl ist es reizvoll und lehrreich, an Hand der ebenso temperamentvoll wie sachlich vorgetragenen Darlegungen Schlomanns die Ansichten dieses Vorkämpfers für die Beteiligung des Ingenieurs zunächst über die grundsätzliche Einstellung der Technik zur Wirtschaftsprüfung, sodann über die Bedeutung und Handhabung letzterer, die Branchenwirtschaftsprüfer usw. zu studieren. Wer damit beginnt, wird dieses vierte Heft der Springerschen Sammlung mit wachsendem Interesse und, soweit er an der Wirtschaftsprüfung selbst oder maßgebend an einem Unternehmen beteiligt ist, sicher auch mit Nutzen zu Ende lesen.

F. Meißner.

Verzeichnis der Dr.-Ing.-Dissertationen der Technischen Hochschulen u. Bergakademien des Deutschen Reiches in sachlicher Anordnung nebst Namen- u. Schlagwort-Verzeichnis 1923 bis 1927. Von W. B. Niemann u. Dr.-Ing. M. W. Neufeld. Mit VI u. 212 S. in 8⁰. Verlag Robert Kiepert, Berlin-Charlottenburg 1931. Preis kart. 12,50 RM.

Das Verzeichnis schließt an die vorangehende Ausgabe (1913/1922) an und enthält die Verfasser und Titel praktisch aller Dr.-Ing.-Dissertationen der Jahre 1923/27. Es ist in drei Teile gegliedert: eine stofflich geordnete Aufführung von Titel, Name, Hochschule und Jahr, ein alphabetisches Namenverzeichnis und ein reichhaltiges Stichwortverzeichnis. Allein aus der Elektrotechnik sind 141 Arbeiten aufgeführt; im ganzen werden 3180 Dissertationen nachgewiesen. Dank seiner praktischen Einteilung ist das Verzeichnis ein rasch Auskunft gebendes Nachschlagewerk.

H. Dieterlein.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Deutschlands elektrotechnischer Außenhandel. — Infolge einer Abmachung zwischen der ETZ und dem Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie wird der Zentralverband in Zukunft die Berichterstattung über den deutschen Elektroaußenhandel in der ETZ übernehmen. Die bisherige monatliche Berichterstattung, in der das Hauptaugenmerk auf die Aus- und Einfuhrmengen in dz gelegt worden ist, wird eingestellt. Es ist beabsichtigt, in Vierteljahresabständen den Außenhandel nach Warengruppen und Ländern darzustellen.

Als nächste Veröffentlichung wird im Februar 1933 eine Berichterstattung über den deutschen Elektroaußenhandel des Jahres 1932 erscheinen.

D. S.

Der elektrotechnische Außenhandel Schwedens. — Die Krise ist mit einer zeitlichen Verzögerung nach Schweden gekommen, wie dies aus der Handelstatistik deutlich zu erkennen ist. Im vergangenen Jahr ging die elektrotechnische Ausfuhr mengenmäßig von 19 246 auf 13 565 t, mithin um 5681 t (29,5 %) bzw. wertlich von 74,04 auf 57,24 oder um 13,2 (22,7 %) Mill RM zurück. 1 RM = 0,94 Skr als Durchschnittskurse im Jahr 1931. Die Einfuhr verringerte sich dagegen nur von 18 294 auf 16 244, d. h. um 2050 t (11,2 %) bzw. von 56,55 auf 53,57 oder um 2,98 Mill RM (5,3 %). Darunter ist die Einfuhr aus Deutschland von 12 867 auf 11 865 oder um 1002 t (7,8 %) bzw. von 35,5 auf 33,6, d. h. um 1,9 Mill RM (5,4 %) gesunken. Von der gesamten schwedischen Einfuhr im Jahre 1931, welche zu 32,8 % aus Deutschland kam, beträgt der Anteil der Elektrotechnik nur 3,5 %. Von dem Elektroimport beträgt dagegen der Anteil Deutschlands 62 %. Die Gesamtausfuhr Schwedens wurde 1931 mit 1192 Mill RM bewertet, worin die elektrotechnischen Erzeugnisse mit etwa 4,8 % vertreten sind. Eine auffallende Erhöhung in der Elektroeinfuhr ist für elektrotechnische Spezialapparate (2,66 Mill RM) zu verzeichnen, sie ist auf die Nachfrage nach hochwertigen Rundfunkgeräten zurückzuführen. Nachdem Schweden seit dem 4. Quartal 1931 Papierwährung besitzt, sind die Werte der Einfuhr mit denjenigen des Vorjahres, solange eine Umrechnung auf Goldbasis nicht erfolgt, nicht ohne weiteres zu vergleichen. Im laufenden Jahr werden somit große Änderungen in den Ziffern des elektrotechnischen Außenhandels eintreten. Eine Übersicht über die verschiedenen Warengruppen ist in der Zahlentafel 1 enthalten. In ihr ist von einer Umrechnung in RM abgesehen, sie könnte irreführend wirken, weil hierzu der Tageskurs erforderlich wäre und ein mittlerer Tageskurs nicht verwendbar ist. Die schwedische Krone war bis zum 28. IX. 1931 auf Goldbasis gestellt, bis zum Jahresende trat eine Abweichung vom Goldwert von im Durchschnitt 22 % ein.

Zahlentafel 1.

Erzeugnisse	Einfuhr				Ausfuhr	
	insgesamt		aus Deutschland			
	t	1000 Kr	t	1000 Kr	t	1000 Kr
Generatoren, Motoren, Transformatoren . . .	1 140	4 137	778	2 639	6 223	11 262
Teile von Generatoren u. Motoren	138	535	(72)	(357)	890	2 997
Akkumulatoren	2 390	2 161	1 962	1 505	822	3 511
Galv. Elemente	1 700	2 814	783	1 311	2	6
Schalttafeln, Sicherungen, Anlasser, Regler .	534	1 850	485	1 539	522	1 731
Schalter, Lampenfassungen	601	2 967	506	2 258	393	980
Meßinstrumente, Zähler .	192	2 094	164	1 765	2	39
Elektrische Lampen . .	297	3 089	183	1 693	35	638
Fächer, Staubsauger, Bohrer, Polier- und Schleifmotoren . . .	279	2 308	162	1 266	1 040	9 811
Härteöfen, Heizgeräte .	114	258	54	121	78	184
Elektrische Spezialapparate	1 639	20 958	1 020	11 471	283	3 953
Elektrische Lokomotiven	101	90	101	90	—	—
Telefon- und Telegraphenapparate	9	251	6	124	949	14 963
Elektrotechnische Kohlen	2 103	1 318	1 048	476	123	274
Isolierrohr	632	370	625	374	1	1
Porzellanisolatoren . .	502	901	379	809	61	106
Isolierte Kabel und Drähte	3 682	3 843	3 355	3 372	2 126	3 314
Verschiedene Erzeugnisse für elektrische Zwecke	191	493	182	456	15	83
	16 244	50 437	11 865	31 626	13 565	53 853

Hldn.

Rückgängige Elektroausfuhr der V. S. Amerika. — Nach dem amtlichen Außenhandelsausweis der Regierung der V. S. Amerika hat sich der Wert der in dem am 30. Juni 1932 abgeschlossenen Finanzjahr ausgeführten elektrotechnischen Erzeugnisse um mehr als ein Drittel verringert. Er belief sich auf 415,947 Mill RM im Finanzjahr 1930/31 und auf 263,588 Mill RM im Finanzjahr 1931/32. Während die Ausfuhr von Wechselstromgeneratoren, Zubehörteilen für Generatoren und Transformatoren von mehr als 500 kVA gestiegen ist, hat sich bei einer Reihe wichtiger Warengruppen die Ausfuhr um 50 % oder mehr verringert; hierzu gehört vor allem die Ausfuhr von Gleichstromgeneratoren, von Dampfturbogeneratoren, selbsttätigen Beleuchtungsanlagen, Meßgeräten, Motoren, Kühlanlagen, Haushaltswaschmaschinen und Telephoneinrichtungen. Eine gegenüber der sonstigen Ausfuhr günstige Entwicklung zeigt der Radioexport. Nach den amtlichen Ziffern ergaben sich folgende Exportverminderungen: Senderöhren von 3,75 auf 3,13, Empfangsgeräte von 57,96 auf 49,22, Empfangsröhren von 8,83 auf 7,89, Bestandteile von Empfangsgeräten von 18,30 auf 14,97, Lautsprecher von 5,72 auf 3,18 und sonstige Zubehörteile von 7,73 auf 1,76 Mill. RM[1]. (Electr. Rev., Chicago, Bd. 111, S. 575).

A. Fr.

[1] Durchschnittlicher Umrechnungskurs 1 RM = 0,2381 $.

Bezugsquellenverzeichnis.

Anfragen, denen Rückporto nicht beigefügt ist, bleiben unbeantwortet. Die Anfragen sind an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33, zu richten.

Frage 50: Wer stellt Triola-Lampen her?

Abschluß des Heftes: 16. Dezember 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin. Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Ausgeführte, gittergesteuerte Glasgleichrichter-Anlagen mit selbsttätiger Spannungsreglung.

Mitteilung der AEG.

In Gleichstromnetzen, deren Verbraucher zum großen Teil Lichtabnehmer sind, wird auf die Konstanthaltung der Gleichspannung besonderer Wert gelegt. In vielen Fällen wird man sogar mit der Konstanthaltung allein nicht auskommen, sondern mit zunehmender Last eine Erhöhung der Spannung (Kompoundierung) verlangen. Diese Reglung soll möglichst selbsttätig erfolgen.

Diese Forderung konnte leicht erfüllt werden, wenn zur Speisung des Netzes Generatoren oder Einankerumformer vorhanden waren; aber auch wenn die Speisung des Gleichstromnetzes aus dem Hochspannungsnetz über Gleichrichter erfolgte, ließ sich eine solche Reglung z. B. unter Verwendung von Stufentransformatoren und Regelschaltern erreichen. Diesem Verfahren haftete jedoch der Mangel an, daß alle Spannungsänderungen beim Übergang von einer Regelschalterstufe zur nächsten ruckweise erfolgten. Da außerdem die Zahl der Stufen aus Kostengründen nicht beliebig groß gewählt werden konnte, ließ sich die Forderung einer genauen Einstellung der Spannung nicht immer in dem gewünschten Maße erfüllen.

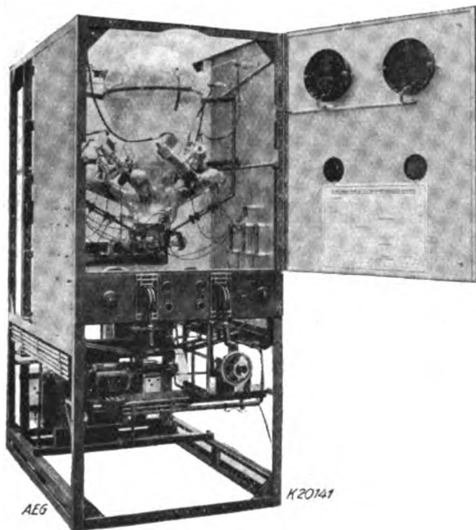


Abb. 1.
Gittergesteuerter Gleichrichter einer Anlage in Schweden.

Durch die Einführung der gittergesteuerten Gleichrichter in die Praxis läßt sich neuerdings die genaue Einstellung der Spannung weitestgehend verwirklichen. Das Verfahren der Beeinflussung der von einem Gleichrichter erzeugten Spannung über die vor den Anoden liegenden Steuergitter gestattet eine stetige Änderung der Gleichspannung. Die sich in jeder Halbwelle wiederholende zeitweise Sperrung des Anodenstromes kann mit Hilfe von sinusförmigen Spannungen erfolgen, die, in der Phasenlage gegenüber der Phasenlage der Anodenspannung verschoben, an die Gitter gelegt werden. Dieses der AEG geschützte Verfahren (DRP 415 910) ermöglicht eine Konstanthaltung der vom Gleichrichter gelieferten Gleichspannung mit den denkbar einfachsten Mitteln. Ein weiterer großer Vorteil dieser neuartigen Regelung liegt in dem Fortfall der Reguliertransformatoren mit ihren zahlreichen Anzapfungen sowie den einem starken Verschleiß unterworfenen Stufenschaltern.

Die AEG hat u. a. für ein kleines Lichtnetz (in Schweden) einen Glasgleichrichter geliefert, dessen Spannung nach diesem Verfahren geregelt wird, so daß diese mit Hilfe eines einfachen Kontaktvoltmeters auf 233 V konstant gehalten werden kann. (Abb. 1.) Der Gleichrichter enthält neben den bekannten Hilfsapparaten den Glaskörper mit eingebautem Gitter sowie Gitterregulierungs-Einrichtung. Diese besteht aus einem Drehregler, der primär über einen Transformator an die Anodenspannung angeschlossen ist und sekundär die phasenverschobenen Spannungen für die Gitter liefert.

Die wichtigsten Teile der Schaltung sind aus Abb. 2 zu ersehen. Weicht bei steigender Belastung die Spannung von dem eingestellten Wert nach unten ab, wie es durch den inneren Spannungsabfall einer derartigen Anlage bedingt ist, so schließt das Kontaktvoltmeter seinen Kontakt und legt damit Spannung an die entsprechende Spule des motorischen Antriebes, für den eine für Schalterbetätigung bewährte Bauart Anwendung findet. Der Antrieb bewegt über ein Übersetzungsgetriebe den Drehregler so, daß die Spannung wieder erhöht wird. Um ein unnötiges Ansprechen bei geringen kurzzeitigen Änderungen der Gleichspannung zu vermeiden, wie sie durch Schwankungen der Hochspannung oder Einschaltvorgänge im Gleichstromnetz selbst bedingt sind, hat das Kontaktvoltmeter eine starke Dämpfung.

Bei abnehmender Belastung und dem damit verbundenen Anstieg der Netzspannung wird der Drehregler so bewegt, daß eine Herabsetzung der Gleichspannung erfolgt. Falls eine Kompoundierung der Spannung verlangt wird, läßt sich diese durch Anbringung einer vom Gleichstrom abhängigen Kompensationswicklung im Kontaktvoltmeter in bekannter Weise leicht erreichen. Um die Spannung nach Bedarf auch von Hand einstellen zu können, läßt sich der motorische

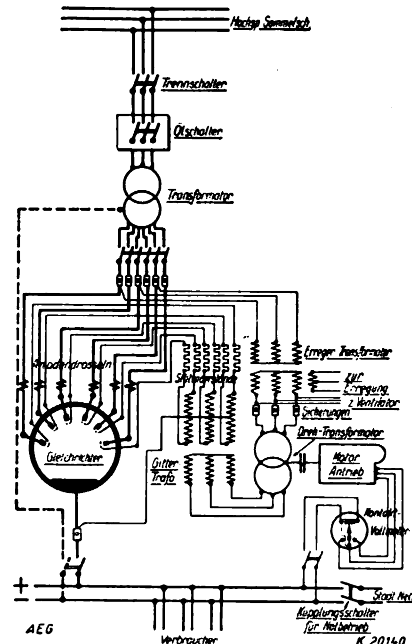


Abb. 2.
Schaltbild zu der Gleichrichteranlage.

Antrieb auskuppeln; die Betätigung des Drehreglers kann dann durch ein auf der Vorderseite des Gleichrichters befindliches Handrad erfolgen.

Zur Erzielung eines günstigen Leistungsfaktors und geringer Welligkeit des Gleichstromes ist der Gleichrichter sechsphasig ausgeführt.

Eine ähnliche Anlage ist für ein E. W. in Polen geliefert worden. Weitere Anlagen sind z. T. schon seit 7000 Stunden störungsfrei in Betrieb, so daß für deren Glaskörper auf die gleiche hohe Lebensdauer wie für die Ausführung ohne Steuergitter geschlossen werden kann.

Werbeingenieur

34 J., Masch.-Bau- u. Elektro-Ing. m. reich. Erfahrung. im Bau u. Vertrieb von elektr. Haushalt- u. Großküchenherden, Heißwasserspeicheranlagen sowie sämtl. einschläg. Apparaten. Beste Bezieh. z. d. E-Werken Norddeutschl. und z. Wiederverkäufern. Gewandt. Redner u. Organisator v. Werbeveranstaltungen. Große Erfolge nachweisbar. Z. Zt. in ungekündigter Stellung b. Großkonzern, sucht gutbezahlt., selbständ. Wirkungskreis b. bekannter Spezialfirma oder größerem E-Werk. Angebote unter **E. 3029/D. U. 17** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Welcher Elektro-Konzern oder Kabelwerk erstrebt Umsatzsteigerung?

Dipl.-Ing., erstklassiger Organisator, Projekteur und Verkäufer, 32 J. alt, fremde Sprachen i. Ausl. erlernt, z. Z. in ungek., leitender Position, sucht Wirkungskreis i. Deutschland. Zuschriften erbeten unter **E. 3024** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Für unsere Zähler-Abteilung

Uhrmacher,

welcher mit Reparaturen an elektrischen Schaltuhren vertraut ist und auch Reparaturen an Stoppuhren präzise ausführen kann, gesucht.

Es wollen sich nur wirklich geeignete Kräfte bewerben. [3022]

Jenaer Elektricitätswerke Aktien-Gesellschaft
JENA.

Elektrofachmann

Spezialkonstrukteur auf dem Gebiete der Elektrotechnik, der imstande ist nach eigenen neuen Ideen

Elektroherde, Warmwasserspeicher

und andere Artikel der Elektrowärmetechnik fabrikationsreif zu konstruieren von Berliner Metallwaren-Fabrik gesucht.
Angebot unter **E. 3023** an die Anzeigen-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Für's nahe Ausland wird

Elektrotechniker

der bereits in Fabrik für gußgekapselte **autom. Schalter** und verwandter Branche tätig war, per sofort gesucht.

Gesuchter soll als **Vorsteher** der Konstruktionsabteilung (Büro) leitend wirken u. muß über gute Erfahrungen verfügen. Offert. unter **E. 3027** an die Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Anzeigen finden durch die ETZ weiteste Verbreitung

Konstrukteur

33 J. alt, led., 12j. Pra. im El.-Motorenbau bei Großf., sucht Stellung. Gefl. Ang. erbeten u. **E. 3030** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

I. kaufm. Kraft

langj. Leiter elektr. Spezialfabr., erf. Verkaufs- u. Propag.-Leit., sprachenkdg., stilgew., mit mod. Fabrikbuchh. vollk. vertraut, bilanzs., in Steuer- u. Rechtsfragen versiert, sucht **selbständige, verantwortungsv. Stellung.** Interesseneinlage von 5—10 000 M kann geleistet werden. Angeb. u. **E. 3017** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erb.

Durch Umbau ist in unseren Schaltanlagen eine größere Anzahl von Anlageteilen verschiedener Fabrikate, und zwar: [3002]
Umspanner, Ölschalter, Trennschalter, Strom- und Spannungswandler, Überspannungsschutzapparate und Meß-Instrumente
(gebrauchte, z. T. auch ungebrauchte) frei geworden u. sollen preisw. abgestoßen werden. Wir bitten, unsere diesbezügl. Liste anzufordern.

Aktiengesellschaft Sächsische Werke / Büro KE
DRESDEN-A. 24.

Gleichstrom-Generator

für 4—6 kV und 4—10 kW mit Drehstrom-Motor 220/380 Volt,

auch gebraucht

zu kaufen gesucht.

Angebote unter **E. 3019** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

HOLLAND.

Ingenieursbüro, seit 10 Jahren bei Eltwerken, Großindustrie und Behörden bestens eingeführt, sucht Vertretungen für nachfolgende Artikel:

ARMATUREN und ZUBEHÖR für Straßenbeleuchtung und Innenräume.
Schaltgeräte — Motorschütze — Kabel und Leitungen.

Erstklassige Referenzen! Verfügen über große Lagerräume. Briefe erbeten unter **A. M. O. 862** an **N. V. Rudolf Mosse, Amsterdam C.** [3018]

Pelikan Graphos

Ein Tusche-Füllhalter mit auswechselbaren Stahlfedern für Kunstschrift und technisches Zeichnen. Ausführliche Prospekte jederzeit auf Wunsch

GÜNTHER WAGNER · HANNOVER U. WIEN

Wir suchen folgende Motore und Kabel in neuwertigem Zustand zu kaufen:

- **1 Gleichstrommotor,** 440 Volt, 120—150 PS, offen ventiliert, im Nebenschluß regulierbar von 600/1500 Touren, mit Anlaßgeräten,
- **1 Gleichstrommotor,** 440 Volt, 3 PS, geschlossene Bauart, 730—1460 Touren, mit Regulieranlasser,
- **1 Gleichstrommotor,** 440 Volt, geschlossene Bauart, 70 PS, 2900 Touren, mit Vollastölanlasser,
- **4—6 Gleichstrommotore,** 440 Volt, normale Bauart, 3—8 PS, regulierbar von 600/1800 Touren, mit Regulieranlasser,
- **1 Gleichstrommotor,** 440 Volt, geschlossene Bauart, 1,5 PS, 2800 Touren, mit Anlasser,
- **1 Drehstrommotor,** geschlossene Bauart, 380/660 Volt, 1,5 PS, 2850 Touren, Kurzschlußanker mit Sterndreieckschalter,
- **ca. 180 m eisenbandarmiertes Einleiter-Erd-Kabel,** Type N. K. B. A., 150 qmm,
- **50 m dto.,** 120 qmm,
- **100 m verzinnten Kupferdraht,** 35 qmm.

Angebote erbeten an

Papierfabrik Fleischer O. H. G., Eislingen/Fils (Württ.) [3021]

Für den Vertrieb ihrer hochwertigen

Leistungs- u. Klein-Transformatoren

sucht bekannte elektrotechnische Spezialfabrik gut eingeführten in Frankfurt/M. oder Nähe ansässigen Ingenieur oder technisch gebildeten Kaufmann als

Vertreter

Verschwiegenheit wird erbeten u. zugesichert. Offerten unter **E. 3020** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Fortsetzung auf Seite 15.

Elektrotechnische Zeitschrift
(Zentralblatt für Elektrotechnik)
Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894
Schriftl.: E. C. Zehme, Prof. Dr. Dr. W. Windel, Dipl.-Ing. W. Kraska — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9
53. Jahrgang | Berlin, 29. Dezember 1932 | Heft 52

Kurzschluß-Erwärmung an Verbindungs- und Schaltstücken.

Von L. Binder, Dresden.

Übersicht. Stromübergangstellen (Verschraubungen, Klemmen, Schaltstücke) sind bei Kurzschlüssen besonders gefährdet, da an solchen Stellen wegen der Einschnürung der Stromlinien eine viel höhere Stromdichte auftritt als an anderen Teilen der Kurzschlußbahn. Die auftretenden Erwärmungen werden berechnet. Für rein metallischen Kontakt ergibt sich die Temperaturzunahme $\vartheta = \text{konst.} \cdot I^2/r^2$, wobei r den Radius der wahren Druckfläche bezeichnet, die nur einen geringen Bruchteil der scheinbaren Druckfläche ausmacht. Die Rechnungen gestatten auch, die Frage zu beantworten, wann die Schmelztemperatur an den Berührungsstellen überschritten wird und ein Zusammenschweißen zu erwarten ist.

Als etwas später Nachzügler sei der bereits im Jahre 1916 veröffentlichten Untersuchung[1] über „Kurzschluß-Erwärmung in Kraftwerken und Überlandnetzen" eine Ergänzung zugefügt. In der genannten Untersuchung wurde klargelegt, inwieweit bei einem Kurzschluß in den Wicklungen der Maschinen, Transformatoren, Stromwandler, Überstromauslöser-Spulen, in den Freileitungen und Kabeln oder irgendeinem Teile der Bahn des Kurzschlußstroms eine schädliche Erwärmung auftreten kann. Es war dabei möglich gewesen, die Rechnungen auf sehr einfache Voraussetzungen aufzubauen. Da der Kurzschlußstrom, um die zerstörenden Wirkungen zu beschränken, möglichst rasch (in Zeiten, die nach Sekunden zählen) abgeschaltet wird, so kann eine Ableitung der entwickelten Wärme in nennenswertem Maße nicht erfolgen. Greift man aus der Leiterbahn ein Volumenelement heraus, so wird die in diesem entwickelte Wärme im wesentlichen aufgespeichert. Die sich einstellende Temperaturerhöhung ist zu errechnen nach der einfachen Formel

$$\vartheta = \text{konst.} \cdot i^2 t ,$$

wenn man voraussetzt, daß sämtliche Wärme im Volumenelement bleibt und das elektrische Leitvermögen sowie die spezifische Wärme unveränderlich seien. Bei Temperaturzunahmen über 100 ° C muß allerdings diesen Einflüssen Rechnung getragen werden, die Temperatur steigt dann[2] nicht mehr linear mit der Zeit, sondern wesentlich schneller, u. zw. nach einer Exponentialfunktion an.

Die entwickelte Auffassung hat aber keine Gültigkeit mehr, wenn wir nun das Verhalten von Kontaktstellen betrachten. Auch bei bester Bearbeitung der Berührungsflächen verbleibt noch ein erheblicher „Übergangswiderstand", den man sich in der Berührungsfläche sitzend zu denken hat. Um die Größenordnung dieses Widerstands zu kennzeichnen, sei angeführt, daß er gleichwertig ist dem Widerstand eines Stückes des Leiters von etwa 5 bis 20 cm Länge. Die räumliche Ausdehnung des Widerstandes und die ihm zuzuschreibende Masse sind aber verschwindend klein; wenn daher auch in einem solchen Falle die entwickelte Wärme an den Ort der Entstehung gebunden bliebe und hier völlig aufgespeichert werden würde, so müßte die Temperatur sofort auf ungeheure Werte ansteigen. Tatsächlich wird aber der Temperaturanstieg wesentlich dadurch gemildert, daß sofort ein Wärmeabfluß in die unmittelbar angrenzenden und verhältnismäßig großen Massen der Leiterstücke eintritt. Offenbar wird die sich einstellende Temperaturerhöhung gänzlich durch diese Abflußmöglichkeiten bedingt. Im Gegensatz zu der früher zugrunde gelegten Aufspeicherung der Wärme handelt es sich also hier um Wärmeübertragung auf die benachbarten Metallmassen.

Schon aus diesen einfachen Überlegungen ist zu erkennen, daß an allen Stromübergangstellen die Gefahr einer übermäßigen Erwärmung im Kurzschlußfalle weit näher liegt als an den anderen Teilen der Strombahn; eine Reihe von Störungen sind auf solche Vorgänge in der Berührungschicht zurückzuführen. Ehe wir auf die rechnerische Behandlung des Temperaturanstiegs eingehen, ist es nötig, die Zustände und Verhältnisse in der Berührungsfläche näher zu kennzeichnen.

Die Natur des Übergangswiderstandes.

Auch wenn man von der Annahme ausgeht, daß zwischen zwei sich berührenden Metallkörpern keinerlei Oxydschicht, Gas- oder Wasserhaut oder sonst eine schlecht leitende Schicht vorhanden ist, also eine rein metallische Berührung stattfindet, so muß doch nach der vom Verfasser entwickelten Auffassung[3] ein sog. Übergangswiderstand sich einstellen. Auch bei bester Bearbeitung der Flächen kann nicht mit einer vollkommenen Berührung gerechnet werden; die wahre Berührungsfläche ist außerordentlich klein (Größenordnung $^1/_{100} \cdots {^1/_{1000}}$ der Gesamtfläche), so daß die Strömungslinien eine sehr starke Einschnürung erleiden (s. z. B. Abb. 4) und infolgedessen eine außerordentliche Erhöhung des Widerstandes der Strombahn eintritt. Beim „metallischen" Kontakt sitzt daher der Übergangswiderstand in den Leiterstücken selbst. Wenn durch Oxydation oder sonstige Umstände eine schlecht leitende Zwischenschicht die unmittelbare Berührung der Metallmassen verhindert, so ist eine weitere Ursache für das Auftreten von Spannungsabfall beim Durchleiten von Strom gegeben.

Bei den Kontakten der Starkstromtechnik ist die Pressung so groß, daß eine etwa vorhandene Zwischenschicht an den eigentlichen Berührungspunkten zerstört wird oder in ihrem Einfluß nur noch von untergeordneter Bedeutung ist. Der Beweis hierfür war daraus zu ersehen, daß in solchen Fällen schon bei verschwindend kleinen Spannungen die Übergangstelle im Ohmschen Sinne leitend ist, also nicht eine gewisse minimale Spannung zum Durchbruch gehört, und daß auch die Stromrichtung keinen Einfluß hat. Spannung und Strom folgen genau dem Ohmschen Gesetz, solange nicht durch zu hohe Stromdichten in den engsten Querschnitten und die dadurch bedingte Überhitzung gewisse Störungen (Sinterung, Verflüssigung und Verdampfung des Metalls) bewirkt werden.

Beim metallischen Kontakt hängt der Übergangswiderstand gänzlich vom Grad der Einschnürung ab, die die Stromlinien erleiden. Die Verhältnisse sind besser der Berechnung zugänglich, als man zunächst annehmen möchte.

Kugel gegen Platte.

Von dieser Anordnung gehen zweckmäßig die Betrachtungen aus, nicht nur weil sich hierfür einfache Gesetzmäßigkeiten ergeben, sondern weil durch Vergleiche hiermit auch die verwickelteren Fälle, die in der Praxis gewöhnlich vorliegen, beurteilt werden können. Kugeln kommen heutzutage auch als Schaltstücke zur Verwendung.

Nach den Berechnungen von H. Hertz steigt bei zwei aufeinandergedrückten Kugeln die mittlere Pressung

[1] L. Binder, ETZ 1916, S. 589 u. 606.
[2] Gut u. Grünberg, Bull schweiz. elektrotechn. Ver Bd. 18, S. 205 (1927). — L. Binder, ETZ 1928, S. 503
[3] Binder, Elektrotechn. u. Maschinenb. Bd. 30, S. 781 (1912).

p mit der dritten Wurzel aus dem Gesamtdruck P an. Stribeck hat später durch eingehende Messungen mit Stahlkugeln dartun können, daß für nicht zu hohe Drücke die Hertzschen Rechnungen Gültigkeit haben; bei Drucksteigerung darüber hinaus wächst dann in dem Maß, als die Elastizitätsgrenze in den stärker gedrückten Bezirken überschritten wird, der spezifische Druck langsamer an, bis schließlich im Bereich der hohen Drücke die plastische Formänderung platzgreift und der spezifische Druck einem endlichen Grenzwert sich nähert. In der Druckzone ist dann die Körpermasse im Fließzustand. Der für die Flächeneinheit in der Druckfläche berechnete Fließdruck entspricht der Härte, wie sie beispielsweise im Brinell-Verfahren durch Einpressen von Stahlkugeln in die zu untersuchenden Körper ermittelt wird (etwa für Stahl $p = 500$ kg/mm², für Kupfer 85 kg/mm², für Blei 4,5 kg/mm²). In diesem Bereich wächst die Druckfläche verhältnisgleich dem Druck an.

Wird eine solche Anordnung mit Strom beschickt, so ergeben sich Strömungslinien wie beim wirbelfreien Übertritt von Flüssigkeit aus einem Behälter in einen andern durch ein Loch in dünner Wand oder beim Übergang elektrischen Stromes aus einem Draht in eine unendlich ausgedehnte Platte. Der sog. Ausbreitungswiderstand kann für einen solchen Fall dargestellt werden durch den Widerstand eines Zylinders, dessen Grundfläche gleich dem Eintrittsquerschnitt vom Durchmesser d ist und dessen Höhe $0{,}41\,d$ beträgt (s. Abb. 1 a).

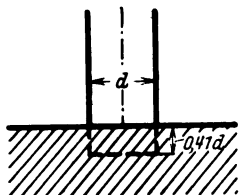


Abb. 1 a. Ausbreitungswiderstand für ebenen Eintrittsquerschnitt.

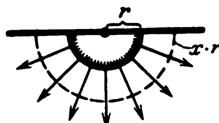


Abb. 1 b. Radialströmung bei halbkugeliger Quellfläche.

Es ist nützlich, den Fall rein radialer Strömung in einer Kugel (Abb. 1 b) in Vergleich zu stellen. Der Ausbreitungswiderstand kann, wie die Rechnung zeigt, in einem solchen Falle dargestellt werden durch den Widerstand eines gestreckten Leiters mit einem Querschnitt gleich der halbkugeligen Quellfläche und einer Länge gleich dem Kugelradius r. Damit der gleiche Widerstand wie für ebene Austrittsfläche F sich ergebe, muß eine Ersatzkugel mit kleinerer Quellfläche genommen werden, indem man $r = 0{,}61\,d/2$ oder auch $r = 0{,}34\,\sqrt{F}$ macht. Der Einfachheit wegen wurde für die späteren Rechnungen immer mit solchen Kugelquellflächen gerechnet.

Liegt die Grenzfläche, in die die Strömungslinien einmünden, nicht im Unendlichen, sondern im Abstand $x\,r$ vom Mittelpunkt [also $(x-1)\,r$ von der Quellfläche] ab, so errechnen sich folgende Ersatzlängen:

kugelige Quellfläche	$r\left(\frac{x-1}{x}\right)$
zylindrische Quellfläche	$r \ln x$
Parallelströmung (Weglänge x)	x.

Die zylindrische Quellfläche kommt in Frage für die sog. Linienberührung, wie sie sich einstellt, wenn eine Walze gegen eine Platte gepreßt wird. Der Verlauf der Funktionen ist aus Abb. 5 zu entnehmen; bei der zylindrischen Quellfläche wächst der Widerstand im Gegensatz zur Kugel ins Unendliche, wenn auch viel langsamer als bei Parallelströmung.

Für punktförmige Berührung ergibt sich schließlich der Widerstand abhängig vom Druck in der Form

$$R_{\ddot{u}} = \frac{C}{\sqrt{P}}\,,$$

wobei $C = 0{,}000\,46\,\varrho\,\sqrt{p}$ ist, wenn der spezifische Widerstand ϱ für m und mm² und p in kg/mm² eingesetzt wird. Diese Beziehung ist durch genaue Messungen von Holm[4] und Contius[5] bestätigt. Auch der Fall des Überganges zwischen zwei gekreuzten Walzen und von einem Kegel auf eine Platte kann singemäß behandelt werden wie jeder Fall mit einem einzigen Berührungsbezirk.

[4] R. Holm, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 7, S. 242 (1929).
[5] Contius, Der Einfluß der Größe des Druckes und der Fläche auf den Kontaktwiderstand, Dissertat. T. H. Dresden 1929.

Würde die Formänderung im Elastizitätsbereich erfolgen, so müßte der Übergangswiderstand umgekehrt mit $\sqrt[3]{P}$ sich ändern, also weniger stark druckabhängig sein als bei plastischer Formänderung. Die Widerstandswerte liegen jedoch unter denen für plastische Verformung. Diese Feststellungen an den einfachen Anordnungen erleichtern uns den Einblick in die verwickelteren Fälle, die jetzt behandelt werden sollen.

Platte gegen Platte.

Für hohe Drücke muß auch hier die gesamte Fließdruckfläche F gleichmäßig mit dem Druck anwachsen. Es findet aber gewöhnlich eine Aufteilung in mehrere oder viele Druckbezirke statt. Bei gleicher Gesamtfläche ergibt sich hierdurch im Vergleich zur Einpunktberührung eine Verminderung des Widerstandes.

Die Versuche haben ergeben[6], daß in erster Annäherung das Gesetz

$$R_{\ddot{u}} = \frac{C}{P}$$

gilt. Zu dieser Formel käme man auch auf dem Wege der Rechnung, wenn angenommen wird, daß die Zahl der Berührungspunkte gleichmäßig mit dem Druck anwächst. Wie an anderer Stelle gezeigt ist[7], müßte dann die Belastung der einzelnen Punkte unveränderlich bleiben — eine Annahme, die wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. In diesem Zusammenhang sei auf die Versuche von Contius[8] mit feingeschliffenen ebenen Kontakten hingewiesen. Er fand, daß $R_{\ddot{u}}$ hier sogar mit P^2 abfällt; die Widerstandswerte selbst liegen jedoch weit höher als an Flächen ohne Feinbearbeitung. Eine Erklärung kann darin gesehen werden, daß infolge der Entstehung von feinen Spitzen die Strömungslinien auf einem längeren Teil ihrer Bahn einer starken Einschnürung unterliegen — im hydrodynamischen Bilde also eine Strömung durch Loch in dicker Wand vorliegt. Mit steigendem Druck wird dann nicht nur der Strömungsquerschnitt erweitert, sondern gleichzeitig die Kanallänge vermindert, so daß der Widerstand nach einer hohen Potenz des Druckes zurückgehen kann. Da die Spitzen beim ersten Pressen eine starke bleibende Verkürzung erfahren, muß sich ein stark verringerter Widerstand für die Folgezeit ergeben, wie es auch beobachtet wurde.

Für die folgenden Erwärmungs-Berechnungen seien zwei Grenzfälle der Betrachtung zugrunde gelegt:

1. Die Wärme werde in der Berührungsebene entwickelt, wobei diese entweder gleichmäßig mit sehr vielen Quellpunkten besetzt ist (Parallelströmung) oder nur einen Quellpunkt in der Mitte enthalten soll (Radialströmung).
2. Die Wärme werde in der Strombahn selbst entwickelt.

Aus diesen Sonderfällen läßt sich auch ein angenähertes Bild für den allgemeinen Fall finden.

Berechnung der Erwärmung.

1. Wärmequellschicht vorgelagert.

Für Parallelströmung gilt die Differentialgleichung:

$$\lambda \frac{d^2 \vartheta}{d x^2} = c\,\gamma \frac{d \vartheta}{d t}\,,$$

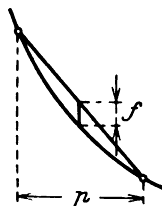


Abb. 2. Zeichnerische Lösung der Differentialgleichung.

wobei λ das Wärmeleitvermögen, c die spezifische Wärme und γ das spezifische Gewicht bezeichnen. Die augenblickliche Wärmezufuhr ist gekennzeichnet durch das Anfangsgefälle $d\vartheta/dx$ in der Eintrittsschicht. Bei gleichmäßiger Wärmeentwicklung muß die Anfangstangente stets die gleiche Neigung haben, im allgemeinen Fall ist die Neigung als Funktion der Zeit gegeben. Wenn die Wärmezufuhr plötzlich unterbrochen wird — also die Anordnung sich selbst überlassen zur Abkühlung kommt —, so muß die Anfangstangente immer waagerecht verlaufen.

Die Lösung der Differentialgleichung kann leicht auf zeichnerischem Weg erfolgen[9], indem man nach Abb. 2 den zweiten Differentialquotienten aus der Beziehung

$$\frac{d^2 \vartheta}{d x^2} = \frac{8 f}{p^2}$$

ermittelt. Das Verfahren läuft darauf hinaus, daß man in einer als gegeben zu betrachtenden Temperaturlinie

[6] Höpp, ETZ 1920, S. 205 u. 334.
[7] Binder, Z. techn. Physik Bd. 13, S. 442 (1932).
[8] Contius, wie Fußnote 5.
[9] Binder, Die Erwärmung elektrischer Maschinen, Dissertat. T. H. München 1911.

$\vartheta = f(x)$ lauter Sehnen mit gleicher Projektion zieht; diese bilden die Tangenten für die benachbarte Temperaturlinie. Dabei ist zu beachten, daß die Anfangstangente vorgeschriebene Neigung hat. Auf diesem Wege wurde für den Fall gleichmäßiger Wärmeentwicklung die in Abb. 3 dargestellte Schar von Temperaturlinien gefunden. Es ist aus dem Bilde zu entnehmen, daß die Temperatur an der Grenzschicht mit $\sqrt{t}$ ansteigt; nach der gleichen Beziehung schreiten auch die Temperaturlinien in waagerechter Richtung weiter. Um das Vordringen der Wärme zu kennzeichnen, sei die Dicke s einer Schicht (s. Abb. 3) berechnet, die mittels der zugeführten Wärme im ganzen auf die Temperatur der Anfangsschicht erwärmt werden könnte. Aus der Zeichnung ergibt sich $s =$ 0,84 des Abschnittes der Anfangstangente auf der Ordinatenachse. Durch Gleichsetzung der Beträge

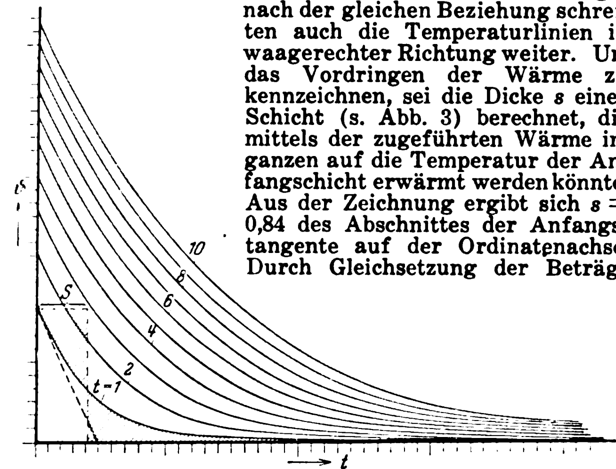


Abb. 3. Räumliche Verteilung und zeitlicher Anstieg der Temperatur.

für die einströmende und für die aufgespeicherte Wärme kommt man schließlich zu der Beziehung

$$s = \sqrt{\frac{0{,}84\,\lambda}{c\,\gamma}}\,\sqrt{t},$$

während für die Grenzschicht

$$\vartheta = q\sqrt{\frac{1}{0{,}84\,\lambda\,c\,\gamma}}\,\sqrt{t}$$

wird. Dabei stellt q die Ergiebigkeit der Quelle, d. i. die in der Zeiteinheit durch 1 cm² der Grenzfläche eintretende Wärmemenge dar.

Für Kupfer

$$\left(\lambda = 0{,}92\ \frac{\text{cal}}{\text{cm s}\,^\circ\text{C}},\quad c = 0{,}093\ \frac{\text{cal}}{\text{g}\,^\circ\text{C}},\quad \gamma = 8{,}9\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$$

wird:

$$s = 0{,}966\,\sqrt{t} \qquad \vartheta = 1{,}25\,q\,\sqrt{t}\,.$$

Für den Fall eines einzigen Quellpunktes in der Mitte (Abb. 4) hätte man streng genommen eine kleine Quellebene F_1 vorliegen. Aus den oben dargelegten Gründen sei als Ersatz eine Quellhalbkugel vom Radius $r = 0{,}61 \cdot d/2$ angenommen. Für einen weiten Bereich stellt sich dann eine kugelige Radialströmung ein, die schließlich in eine Parallelströmung längs der Leiterachse übergeht. Die zugehörigen Strömungsquerschnitte sind aber so groß, daß die Temperaturgefälle in diesem Gebiet ebensowenig für die Rechnung eine Rolle spielen wie bei der bereits behandelten Berechnung des elektrischen Strömungswiderstandes.

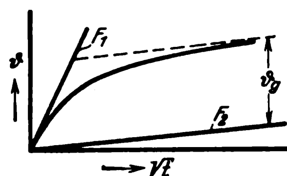


Abb. 4. Strömungslinien für sehr kleinen Durchgangsquerschnitt.

Die Differentialgleichung ist auf der linken Seite durch das Glied

$$-\frac{\lambda}{F}\,\frac{\mathrm{d}F}{\mathrm{d}x}\,\frac{\mathrm{d}\vartheta}{\mathrm{d}x}$$

zu ergänzen, wenn F den Strömungsquerschnitt als Funktion von x bedeutet ($x = 1$ entsprechend dem Radius der Quellkugel). Auch die so ergänzte Gleichung ist noch auf zeichnerischem Weg zu lösen; für große Zeitwerte wird das Verfahren jedoch ungeau, weil die linken Glieder der Gleichung immer mehr gleicher Größe zustreben. Hierin ist eine bemerkenswerte physikalische Tatsache begründet: Die Temperatur des Quellpunktes erreicht trotz fortlaufender Wärmeentwicklung einen endlichen Grenzwert, bei dem durch Weiterleitung die jeweils zukommende Wärme weggeführt werden kann. Sie fließt ins Unendliche und kann hier wegen der in einem höheren Grad unendlich großen Masse ohne merkliche Temperatursteigerung aufgespeichert werden.

Die Gleichung der Grenztemperaturlinie ergibt sich aus der Bedingung, daß durch jeden Querschnitt F die gleiche Wärmemenge fließt. Der Betrag $\lambda\,\frac{\mathrm{d}\vartheta}{r\,\mathrm{d}x}\,F$ muß also unveränderlich und gleich der von der Quelle gelieferten Wärme sein. Die Ergiebigkeit ($I^2 R_{\ddot u}$) sei auch hier wieder als gleichbleibend angenommen. Es ergibt sich aus der Rechnung für den Temperaturunterschied zwischen Quellfläche und Stelle (x) die Beziehung

$$\vartheta = \frac{I^2 R_{\ddot u}}{2\pi\lambda r}\;\frac{x-1}{x}.$$

Der Verlauf ist in Abb. 5 dargestellt, wobei die ϑ-Werte von der oberen Waagerechten aus abgetragen

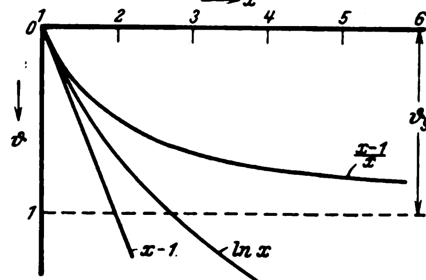


Abb. 5. Übertemperatur für verschiedene Strömungsarten bei Wärmeerzeugung in der Berührungsfläche.

sind. Es ergibt sich die Funktion, wie sie bereits für den elektrischen Widerstand gefunden wurde; die elektrischen Strömungslinien haben ja auch denselben Verlauf wie die Wärme-Strömungslinien. Zum Vergleich sind noch die Kennlinien für zylindrische Quellfläche ($\ln x$) und für Parallelströmung (gerade Linie) eingezeichnet; die Ordinatenwerte streben hier ins Unendliche, während für kugelige Radialströmung der Grenzwert

$$\vartheta_g = \frac{I^2 R_{\ddot u}}{2\pi\lambda r}$$

nicht überschritten wird.

Auch wenn, wie an Kontakten, die zweite Grenzfläche im Endlichen liegt, führen die bisherigen Betrachtungen bereits zu einer ersten Näherungslösung. Das Schaltstück bestehe aus einem zylindrischen Leiter (Abb. 4) vom Querschnitt F_2. Dann entwickelt sich eine Radialströmung ungefähr bis zu einer Halbkugel entsprechend F_2; daran schließt sich im wesentlichen eine Parallelströmung. Es ist dann $x = \sqrt{F_2 : F_1}$ zu nehmen. In Abb. 6 sind abhängig von $\sqrt{t}$ aufgetragen: erstens der Temperaturanstieg, wenn die ganze Wärme in Parallelströmung mit dem Querschnitt F_1 weitergeleitet werden müßte, und zweitens die Temperaturlinie für einen Strömungsquerschnitt F_2. Diese beiden Geraden bilden die Grenzlinien, die für den ersten Anfang und für den Schluß die Anstiegsrichtung von ϑ geben. Für die vorgeschaltete Radialströmung ist im Dauerzustand der Betrag ϑ_g für das betreffende x nötig; dadurch ergibt sich auch die Lage der Schlußtangente. Eine den beiden Tangenten angepaßte Exponentiallinie vermittelt in einfachster Weise den Übergang.

Abb. 6. Zeitlicher Temperaturanstieg im Durchtrittsquerschnitt.

Sind mehrere Druckpunkte vorhanden — sie mögen sich gleichmäßig in F_1 teilen —, so ist auch F_2 gleichmäßig aufgeteilt zu denken. Die r-Werte gehen mit $1 : \sqrt{z}$ zurück, so daß die Aufteilung ein kleineres ϑ_g zur Folge haben muß.

2. Wärme in der Strombahn selbst entwickelt.

Die in Abschnitt 1 gegebenen Rechnungen sind anzuwenden, wenn die Wärmeentwicklung in einer vorgelagerten Fremdschicht erfolgt; auch für den Fußpunkt eines Lichtbogens dürfte eine solche Auffassung am ehesten die Quellverhältnisse kennzeichnen. Beim metallischen Kontakt sitzen die Wärmequellen in der Leitermasse selbst verteilt und sind in einer Stärke gleich dem Quadrat der

Stromdichte (i) an der betreffenden Stelle wirksam. Der erste Anstieg (Anfangstangente der Temperatur-Zeit-Linie) erfolgt wie auch sonst an jeder Stelle der Kurzschlußbahn mit $i^2 t$; allmählich stellt sich dann eine axiale Strömung ein, das Strömungsbild für die Wärme ist dabei dasselbe wie für den elektrischen Strom. Für Parallelströmung und auch für zylindrische Radialströmung muß ϑ ins Unendliche ansteigen, wie ja auch der elektrische Widerstand in diesen Fällen unendlich groß wird. Dagegen ergeben sich für die in praktischer Hinsicht hauptsächlich interessierende kugelige Radialströmung wieder endliche Grenzwerte.

Die Temperaturverteilung im Grenzfall ergibt sich aus der Bedingung, daß durch einen Querschnitt jeweils die bis dahin entwickelte Wärme fließen muß, also

$$\lambda \frac{d\vartheta}{r\,dx} F = I^2 (R)_1^x$$

zu setzen ist. $(R)_1^x$ stellt den elektrischen Widerstand zwischen dem Anfangsquerschnitt ($x = 1$) und dem Querschnitt an der Stelle x dar, während F abhängig von x als gegeben anzusehen ist.

Durch Integration findet man für die verschiedenen Strömungsarten die Beziehungen

$$\vartheta = i^2 \frac{\varrho}{2\lambda} (x-1)^2 \quad \text{für Parallelströmung}$$

$$\vartheta = i^2 \frac{r^2 \varrho}{2\lambda} (\ln x)^2 \quad \text{„ zyl. Radialströmung}$$

$$\vartheta = i^2 \frac{r^2 \varrho}{2\lambda} \left(\frac{x-1}{x}\right)^2 \quad \text{für kugel. Radialströmung.}$$

Ein Vergleich mit den Widerstandsbeziehungen zeigt, daß die dortigen Funktionen hier ins Quadrat erhoben erscheinen. Die Grenzlinien haben den in Abb. 7 gezeichneten Verlauf; die beiden ersten Linien gehen ins Unendliche, können daher nur für endliche x verwertet werden.

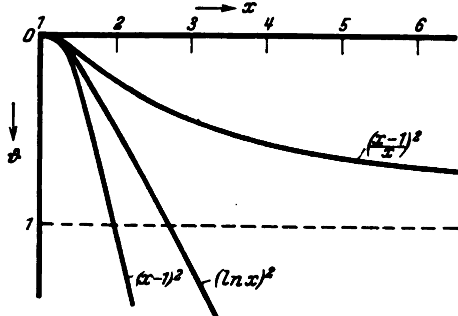


Abb. 7. Übertemperatur bei verteilter Wärmeerzeugung.

Für die kugelige Strömung ergibt sich wieder ein endlicher Grenzwert, es wird

$$\vartheta_g = i^2 \frac{r^2 \varrho}{2\lambda}.$$

Nach dieser Formel hat es den Anschein, als ob bei wachsendem r — wie es sich bei steigendem Druck P einstellt — ϑ größer werden würde. Daß in Wirklichkeit die zu erwartende Verringerung eintritt, zeigt sich, wenn ϑ in Abhängigkeit vom Gesamtstrom I dargestellt wird. Es ergibt sich nämlich

$$\vartheta_g = I^2 \frac{\varrho \cdot 10^{-4}}{r^2 \cdot 8\pi^2 \lambda}.$$

Beispiel.

Für $I = 10\,000$ A, $P = 85$ kg, $F = 1$ mm², $r = 0{,}34 \cdot \sqrt{F} = 0{,}34$ mm errechnet sich $\vartheta = 515^0$. Bei der Rechnung ist Rücksicht darauf zu nehmen, daß der spezifische Widerstand stark temperaturabhängig ist; im vorliegenden Fall wurde eine mittlere Temperatur des Strömungsbereichs von 400 °C angenommen und dementsprechend ϱ auf das 2,4fache erhöht.

Für den zeitlichen Anstieg der Temperatur kann in einfachster Form ein Verlauf nach Abb. 8 zugrunde gelegt werden. Innerhalb des ersten Zeitelements ist die wegströmende Wärme noch verschwindend klein gegenüber der entwickelten Wärme; diese wird daher völlig aufgespeichert und ergibt einen Temperaturanstieg entsprechend $i^2 t$, also nach der schrägen Geraden. Nach unendlich langer Zeit stellt sich der Grenzzustand ein, der dadurch gekennzeichnet ist, daß nichts mehr gespeichert, sondern die gesamte Wärme weitergeleitet wird. Die obere Grenze ist dargestellt durch eine waagerechte Linie entsprechend dem Wert ϑ aus den genannten Funktionen. Für den Übergang ist wieder eine Exponentiallinie angenommen.

Um einen Einblick zu gewinnen, innerhalb welcher Zeiten der Vorgang sich abspielt, sei die Zeitkonstante für die Exponentiallinie berechnet; es ergibt sich hierfür die einfache Beziehung

$$T = \frac{r^2 c \gamma}{2\lambda}.$$

Für das vorgenannte Beispiel wird

$$T = 0{,}0046 \text{ s}.$$

Wie eine leicht durchzuführende Nachrechnung zeigt, erfolgt die Abkühlung, falls die Wärmeentwicklung plötzlich unterbrochen wird, in Zeiten von ähnlicher Größenordnung. Die Vorgänge spielen sich also so rasch ab, daß bei Wechselstrom innerhalb der ersten Spitzen des Stoßkurzschlußstromes der Schmelzpunkt erreicht werden kann und es infolge rascher Abkühlung zu einem Zusammenschweißen der Schaltstücke kommen kann, bevor diese durch Auslösen des Schalters voneinander getrennt werden.

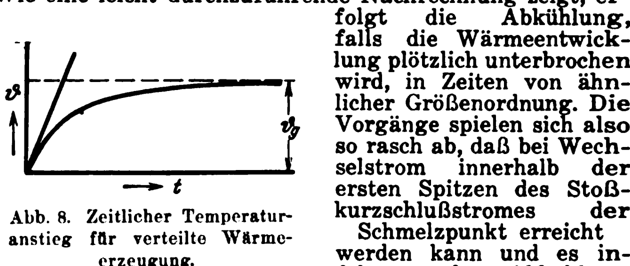


Abb. 8. Zeitlicher Temperaturanstieg für verteilte Wärmeerzeugung.

In Fällen, in denen rechnungsmäßig die Schmelztemperatur wesentlich überschritten werden würde, kommt das Metall im Berührungsbereich in größerer Menge zum Schmelzen und Verdampfen; in besonders ungünstigen Fällen wird das flüssige und verdampfte Metall in Form von feurigen Spritzern herausgeschleudert, wodurch es leicht zu Überschlägen benachbarter Leitungen kommen kann. Ein großer Teil der Kurzschlüsse ist sicherlich auf solche Vorgänge zurückzuführen, die immer zu erwarten sind, wenn verunreinigte oder locker gewordene Kontaktstellen (Temperatureinflüsse) in der Strombahn liegen.

Ein 4 t-Induktionsofen.

Im Bezirk von Chikago hat man vor einiger Zeit einen kernlosen Induktionsofen von 4 t Inhalt und von einer Leistungsfähigkeit von 40 ··· 50 t je Tag aufgestellt[1]. Der neue Ofen (Abb. 1) dient zum Schmelzen von niedriggekohltem Schrott aus rostbeständigem Stahl, von Eisenlegierungen, die als Zusätze für Stahlbäder in großen Öfen benötigt werden, oder für die Zubereitung von Metallblöcken für hochwertige Werkzeugstähle oder anderer Legierungen. Erzeugt werden u. a. rostbeständige Stähle mit 18 % Chrom und 8 % Nickel, mit 4 ··· 6 % bzw. mit 12 % bzw. mit 17 % bzw. mit 21 % Chrom. Der Ofen

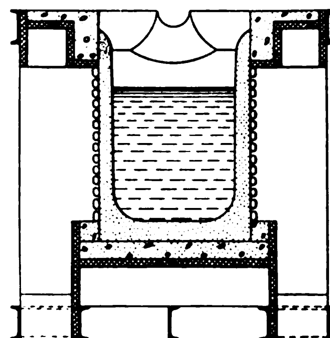


Abb. 1.

ruht auf einem Untergestell aus U-Eisen. Der Ofenkörper selbst besteht aus Baustahlblechen, die nach innen mit Kupferblechen belegt sind, während als feuerfestes Futter das sog. „Almag", ein Gemisch von Magnesia und Tonerde, gewählt wurde. Elektroden werden nicht benutzt. Als Primärwicklung dienen wassergekühlte Kupferrohre. Die Niederschmelzung der Einsätze erfolgt schnell und bei nur unerheblicher Abnutzung des Futters, zumal die Temperatur durch Einstellung der Stromzufuhr überwacht werden kann. Der Ofen ist kippbar. *Kp.*

[1] Electr. Wld., N.-Y., Bd. 99, S. 1056.

Fachberichte über den Internationalen Elektrizitätskongreß zu Paris.

(*Schluß von S. 1151.*)

9. Elektrophysik.

(1. Sektion.)

Der Pariser Kongreß brachte in seiner ersten Abteilung einen Überblick über die physikalischen Errungenschaften der letzten Jahre auf dem Gebiet der Elektrizität. Naturgemäß standen die Forschungen über die atomistische Struktur der Elektrizität im Vordergrund. Die einzelnen Berichte behandeln im allgemeinen keine neuen Forschungsergebnisse, sondern geben geschichtliche Rückblicke, wobei sie sich teilweise auf die letzten Jahre beschränken, teilweise weit ausholen bis zu den Anfängen der Elektronentheorie und der Bohrschen Theorie. Die große Zahl verbietet ein Eingehen auf den einzelnen Bericht und erlaubt nur einen Überblick über die wesentlichsten Verhandlungsgegenstände.

Eine Reihe von Berichten handelt von der Natur des Elektrons. Schrödinger zeigt, wie eine Verbindung der Diracschen Theorie des Elektrons mit der allgemeinen Relativitätstheorie sowohl das elektromagnetische wie das Gravitationsfeld in der Weltmetrik verankert. Davisson und Ponte berichten über die Wellennatur des Elektrons, die Beugung der Materiewellen und ihre Anwendung, Coolidge und Moore über die Erzeugung von Kathodenstrahlen hoher Geschwindigkeit, ihren Austritt in die Luft durch ein Lenard-Fenster und ihre Eigenschaften. Die Entstehung der Glühelektronen behandelt Richardson und geht besonders auf die interessanten und zum Teil noch ungeklärten Fragen ein, die bei zusammengesetzten Oberflächen auftreten. Die Eigenschaften und die Theorie der Photozellen sind Gegenstand mehrerer Berichte von Dunoyer, King, Rentschler, Henry und Smith. Ehrenhaft berichtet über neuere Versuche zur Frage der Subelektronen.

Eine zweite Gruppe von Berichten befaßt sich mit dem Bau des Atoms und des Moleküls. Kanalstrahlen, die Astonsche Massenspektroskopie und die Entdeckung der Isotopen werden von da Andrade erörtert. Die Methode des Elektronenstoßes zur Untersuchung des Ionisations- und Resonanzpotentials beschreiben Davies und Horton. Über die Deutung der Molekular- und Valenzkräfte als elektrische Kräfte berichtet London. Fermi gibt einen Überblick, wie weit die Untersuchung der Atomkerne bisher fortgeschritten ist. Ein wichtiges Mittel zur Untersuchung des Atomkerns ist die Erzeugung von Protonen hoher Geschwindigkeit. Ihre Erzeugung durch hohe Spannungen in Vakuumröhren schildert Tuve, während Thibaud sie dadurch erhält, daß er sie mehrfach dasselbe elektrostatische Feld durchlaufen läßt. Ein zweites Mittel ist die Benutzung der natürlichen Strahlung radioaktiver Körper, über die Curie berichtet. Die Theorie über den Durchgang elektrisch geladener Teilchen durch die Materie entwickelt Wertenstein. Mehrere Berichte beschäftigen sich mit der Debyeschen Theorie der polaren Moleküle. Debye selbst gibt einen Überblick über die Theorie, Ioffe über Beobachtungen am Seignettesalz, dessen dielektrische Eigenschaften ganz den magnetischen Eigenschaften ferromagnetischer Körper entsprechen, Darmois über die Theorie der starken Elektrolyte.

Eng verbunden mit den Fragen des Atombaus ist die Untersuchung der Strahlung, über die eine weitere Gruppe von Berichten handelt. Der Zusammenhang zwischen dem Bau des Atoms und dem Bau des Spektrums wird von L. und E. Bloch geschildert, der Einfluß isotoper Elemente auf die Bandenspektren von de Kronig. De Broglie und Thibaud geben einen Rückblick auf die Entwicklung unserer Kenntnisse der Röntgen- und γ-Strahlen. In mehreren Berichten wird der Einfluß elektrischer und magnetischer Felder auf die Strahlung behandelt, von Zeeman und de Bruin der Zeemaneffekt, von Rausch von Traubenberg der Starkeffekt, von de Malleman die magnetische Drehung der Polarisationsebene und von Bruhat und Pauthenier die elektrische und magnetische Doppelbrechung, ihre Theorie und die technische Anwendung des Kerreffekts. Über den Comptoneffekt und seine Bedeutung für die Korpuskulartheorie des Lichtes berichtet Thibaud, Millikan über die durchdringende kosmische Strahlung und die Theorie, daß diese Strahlung im Raume zwischen den Sternen beim Aufbau der Atome entsteht.

Eine weitere Gruppe von Berichten befaßt sich mit Fragen der elektrischen Leitung. Sommerfeld entwickelt seine Theorie der Elektronenleitung in Metallen, die auf Grund des Paulischen Prinzips und der Fermischen Statistik den Zusammenhang zwischen elektrischer und Wärmeleitfähigkeit und die thermoelektrischen Eigenschaften ergibt. De Haas und Voogd berichten über experimentelle Untersuchungen über die Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit von der Temperatur und die Erscheinungen der Supraleitfähigkeit. Über die letztere Frage hat auch McLennan gearbeitet und gefunden, daß der Abfall des Widerstandes bei hohen Frequenzen langsamer erfolgt als bei Gleichstrom. Neben der metallischen Leitung hat die elektrische Leitung in Gasen zu einer Reihe von Berichten Anlaß gegeben. Laporte gibt einen Überblick über die Bildung und die Eigenschaften der Gasionen, Reczynski über die chemischen Reaktionen in reinen Gasen während der Dauer elektrischer Entladungen. Die elektrischen Entladungen in Gasen bei niedrigem Druck werden von Langmuir behandelt, der besonders die Bildung der fast feldlosen Gebiete, von ihm Plasma genannt, untersucht. Leblanc berichtet über die verschiedenen Gebiete der unipolaren Leitung, Elektronen-, Ionen-, Lichtbogen-, Quecksilberbogen-, elektrolytische Gleichrichter, Detektoren, Kupferoxydul-Gleichrichter. Courtines entwickelt die Theorie der spontanen elektrischen Schwankungen infolge der Brownschen Bewegung und die daraus folgenden Grenzen der Empfindlichkeit elektrischer Meßinstrumente sowie den Schroteffekt.

Mit den Fragen des Magnetismus beschäftigt sich die nächste Gruppe von Berichten. Néel gibt einen Überblick über die neueren theoretischen Untersuchungen, die für die Gase und die seltenen Erden zu quantitativ befriedigenden Ergebnissen führen, während sie für andere paramagnetische und besonders die ferromagnetischen Körper nur qualitativ die Erscheinungen zu erklären vermögen. Über die neueren experimentellen Arbeiten berichtet Weiß, über den Einfluß der Temperatur auf die Suszeptibilität paramagnetischer Körper van Vleck, während Yensen einen Rückblick auf die Versuche zur Verbesserung der ferromagnetischen Eigenschaften gibt und besonders auf das reine Eisen, das Ferrosilizium, auf Hipernik und Permalloy eingeht.

Die letzten Berichte behandeln das elektromagnetische Feld. De Broglie zeigt die Entwicklung von der Maxwellschen Theorie zur Elektronentheorie und zu den neuesten Versuchen von Heisenberg und Pauli, die Feldtheorie mit der Quantentheorie in Übereinstimmung zu bringen. Brillouin untersucht die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in einem materiellen Mittel und gibt Verfahren zur Berechnung der Gruppengeschwindigkeit, der Energiegeschwindigkeit, der Signalgeschwindigkeit und der Vorläufer. W. Bauer.

---

10. Die Stabilität elektrischer Energieübertragungen.

(Aus der 4. Sektion[1].)

Über Stabilitätsfragen berichten R. D. Evans und C. F. Wagner; im Interesse der Einheitlichkeit und um Gegensätzlichkeiten zu vermeiden, beschränken sie sich auf die in Amerika übliche Betriebsweise. „Netzstabilität" im Sinne des Berichts ist die Fähigkeit, den Gleichgewichtszustand nach Störungen wiederherzustellen; sie hat erst im letzten Jahrzehnt durch den Zusammenschluß großer Netze praktische Bedeutung gewonnen, besonders wenn der Zu-

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 985 u. 1106

sammenschluß über schwache Ausläuferleitungen vorgenommen wurde. Die in der Übertragungsanlage enthaltene Reihenreaktanz (Leitungs-, Transformatoren- und Maschinenreaktanz) sind die Hauptbestimmungsglieder. Mastbild-Abmessungen haben nur geringen Einfluß auf die Stabilität, sie sind praktisch auch nur wenig zu ändern, Reihenkondensatoren sind bei Kurzschlüssen durch Überspannung gefährdet, sie müssen dann kurzgeschlossen werden und fallen also für die Stabilisierung gerade dann aus, wenn sie am nötigsten gebraucht werden. Am besten wirken möglichst viele parallele Leitungen. Vielfach führt man den Betrieb nach dem Verfahren „Synchronisieren über die Last", d. h. die einzelnen speisenden Hochspannungsnetze sind nur über das Verbrauchernetz miteinander parallel geschaltet, die Kopplung zwischen den speisenden Hochspannungssystemen ist dann nur lose, im allgemeinen bleiben Fehler auf ein System beschränkt. Hochspannungseitige Parallelschaltung bedeutet zwar hohe Stabilität im Normalbetrieb, im Fehlerfalle wird aber infolge der engen Kopplung u. U. der Parallellauf mehrerer Kraftwerke gestört, das Verbrauchernetz kann empfindlich betroffen werden. Die Nützlichkeit von Spannungstützung durch Phasenschieber, die längs der Leitung verteilt sind, wird kurz gestreift, ebenso die Fragen der Leistungs- und Frequenzregelung.

Bei Generatoren ist kleine Ständerstreuung anzustreben; obgleich die Maschine etwas größer und daher teurer wird, hält man diese Maßnahme aus Gründen der Stabilität für wichtig. Gleichmäßiger Lauf wird durch große Masse unterstützt. Neuerdings hat man den Dämpferkäfig nach Art der Doppelnutläufer doppelt ausgeführt, um die Abweichung vom „synchronen Lauf" bei langsamen Schwingungen und bei sprunghaften Stromänderungen möglichst zu begrenzen. Große Generatoren hat man mit mehreren Wicklungen ausgestattet, um die Kurzschlußströme und Abschaltleistungen zu begrenzen, vor allem wird der synchrone Lauf bei Kurzschluß einer Wicklung durch die stabilisierende Rückwirkung der gesunden Wicklung unterstützt. Ein anderes Mittel zur Erhaltung gleichbleibender Drehzahl besteht in der künstlichen Belastung der Maschine mit Widerständen, die nur im Falle des Kurzschlusses eingeschaltet werden und die plötzlich freigewordene überschüssige Wirkleistung aufnehmen. In dieser Hinsicht ist auch durch geeignete Ausgestaltung der Kraftmaschinen-Regeleinrichtungen manches zu erreichen. Die stabilitätsfördernden Maßnahmen an den Erreger-Einrichtungen sind allgemein bekannt. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Amerikaner sich zugunsten des Widerstandsreglers (im Gegensatz zum vibrierenden Regler) entschieden haben, weil er hinsichtlich der statischen Stabilität günstiger wirke; auf die praktisch mindestens gleich wichtige dynamische Stabilität geht der Bericht in diesem Zusammenhang nicht ein.

Große Erwartungen werden auf die „Ultra-Rapid"-Relais und -Schalter gesetzt, damit stabilitätsgefährdende Fehler möglichst schnell beseitigt werden. Dieses Bestreben ist für die amerikanische Praxis (festgeerdeter Nullpunkt!) verständlich; die erreichten Eigenzeiten werden für Relais mit rd. 1 Per. und für Schalter mit 8 ··· 12 Per. bei 60 Hz angegeben. Ein bislang nicht angewandtes Verfahren will — da auch nach amerikanischen Angaben die Fehler größtenteils Einphasen-Erdschlüsse sind — nur die betroffene Phase ausschalten. Die stabilitätserhaltende und stoßbegrenzende Wirkung der Petersenspule wird anerkannt; indessen werden die Gesichtspunkte: Blitzschutz, Mehrphasen-Kurzschluß, erhöhte Isolationskosten und Parallelbetrieb mit fremden Netzen heute noch vorangestellt. Diese typisch amerikanische Einstellung erscheint nicht sehr fest begründet, weil die immer wieder geltend gemachten Isolationskosten nicht der Petersenspule belastet werden dürfen, denn die Isolation wird heute nicht mehr ausschließlich nach der Betriebspannung, sondern auch mit Rücksicht auf die Gewitterfestigkeit bemessen.

Die zukünftige Verwendung von niederfrequenten (wesentlich kleiner als 60 Hz) oder gar Hochspannungs-Gleichstromanlagen wird ablehnend beurteilt, da die Übertragungsgrenzen für 60periodige Wechselstromleitungen heute noch nicht erreicht seien (bemerkenswert, da doch die Unstabilitätserscheinungen in Amerika erstmalig beobachtet wurden und die Behandlung der Frage dort ihren Anfang nahm!) und Wechselrichter für die Verwendung in Großkraft-Übertragungen heute nicht vorlägen. Bis zu ihrer Vollendung sei auch die Wechselstrom-Fernübertragung so weit verbessert, daß kein Grund bestehen werde, dieses System zu verlassen.

H. Langrehr.

---

11. Stand der amerikanischen Hochspannungs-Kabeltechnik im Vergleich zur deutschen.

(Aus der 4. Sektion[1].)

Die in Paris gehaltenen Vorträge amerikanischer Kabelfachleute[2] ermöglichen einen Vergleich zwischen der amerikanischen und deutschen Hochspannungs-Kabeltechnik. In den letzten Jahren sind große Wandlungen in der Hochspannungs-Kabeltechnik auch in Amerika eingetreten. Das erste amerikanische 25 kV-Dreileiterkabel wurde 1900 verlegt, im Jahre 1921 das erste 33 kV-Kabel mit Papierisolation und Bleimantel; bald darauf 45 kV-Einleiterkabel und 1929 66 kV-Einleiterkabel. Vom Jahre 1925 an wurde die Verwendbarkeit von Massekabeln gewöhnlicher Bauart für Spannungen bis zu 132 kV eifrig geprüft. Nach verschiedenen Fehlschlägen sollen jetzt weitere Versuche, die in Newark und Chikago vorgenommen werden, darüber Aufklärung geben, ob die neuzeitlichen Kabel der gewöhnlichen Bauart auch bei 132 kV betrieben werden können.

In den V. S. Amerika besteht das Schirmband der metallisierten Kabel aus Kupfer von 0,08 mm Dicke und hat schmale Schlitze in Richtung rings um die Isolation. Solche Kabel sollen höher belastbar sein als die H-Kabel mit dünnem metallisierten Papier, weil die Schlitze die Tränkung erleichtern und im Kupfer keine Verluste entstehen.

Zwei Ölkabel für 132 kV wurden 1927 in Chikago und New York in Betrieb genommen. Die hiermit gemachten guten Erfahrungen führten zur Verlegung von doppelten Parallelkabeln (Dreileiter-Ölkabel mit Ölkanälen in den Zwickeln) in New York und Chikago, zwei weiteren 132 kV-Kabeln von 1600 m Länge in Chikago, ferner vier Kabelanlagen von 33 kV und einer von 66 kV. In diesen Ölkabeln ist nie eine Störung aufgetreten, selbst nicht bei einer gegenüber gewöhnlichen Kabeln gleicher Bemessung verdoppelten Betriebspannung. Das bewies, daß eine weitere Verringerung der Isolationsstärke zulässig war. Zur Bestimmung der Grenzen der Isolationsstärke hat die Commonwealth Edison Co. in Chikago einen interessanten Versuch gemacht. Zwei Hersteller lieferten je eine Versuchslänge, deren Isolationsstärke 13,7 mm bzw. 13 mm betrug, ferner je ein Kabel mit sehr schwacher Isolation (10 mm bzw. 10,5 mm). Durch tägliche Belastungstöße wurde die Leitertemperatur bis auf 70 °C gesteigert, während die Kabel einer Spannung von 132 kV über 1 Jahr ausgesetzt waren. Es traten keine Störungen auf, auch nicht in den schwach isolierten Kabeln. Die untere Grenze der Isolationsstärke für Ölkabel ist also mehr durch die Festigkeit gegen vorübergehende Spannungen bestimmt als durch die Betriebspannung selbst. Die amerikanische Kabeltechnik läßt höhere Betriebstemperaturen zu als die europäische. Für Ölkabel sind die Grenzen 75 °C für Spannungen bis einschließlich 69 kV und 70 °C für höhere Spannungen. Eine häufige Überwachung der tatsächlichen Temperaturen wird in Amerika für vorteilhaft gehalten.

In den V. S. Amerika werden Kabel meist in Röhren verlegt, in Erde nur zuweilen bei niedrigen Spannungen, z. B. für Straßenbeleuchtungszwecke und in zerstreuten Wohnvierteln. In den letzten Jahren sind auch nicht verbleite, mit Faserstoff armierte Kabel hergestellt worden. Die Verlegung in Röhren wird in Amerika vorgezogen, weil bei der Planung von Kabelanlagen die zukünftige Entwicklung selten vorauszusehen und das Auswechseln von Kabeln gegen leistungsfähigere oder neue Konstruktionen verhältnismäßig leicht ist. Dem Dreimantelkabel entsprechen in Amerika etwa die in einem gemeinsamen Rohr verlegten 3 Einleiterkabel. Der Umstand, daß in Amerika die Isolationsstärke meist größer ist als in Europa, ist durch die in Amerika zugelassene höhere Temperatur bedingt.

G. A. Fritze.

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 985 u. 1106.
[2] E. M. Chase, D. M. Simmons, W. W. Lewis, H. R. Woodrow, Gen. electr. Rev. Bd. 35, S. 431.

12. Atmosphärische Elektrizität, Erdmagnetismus.

(11. Sektion.)

Ein Teil der Abhandlungen der 11. Sektion gibt eine allgemeine Übersicht über die in den letzten 20 Jahren erzielten Fortschritte, sie können hier nur kurz erwähnt werden. Von den anderen können im wesentlichen nur die die Hochspannungstechnik interessierenden Punkte des beschränkten Raumes wegen angeführt werden.

C. Dauzère gibt eine Übersicht über die elektrischen atmosphärischen Entladungen. Er weist auf einen Widerspruch der Simpsonschen Gewittertheorie mit den Beobachtungen von C. T. R. Wilson hin: Nach Simpson entsteht Gewitterelektrizität durch den Zerfall von Wassertröpfchen im aufsteigenden Luftstrom, wobei sich die positiven Ladungen vorwiegend im unteren Teil der Wolke befinden. Wilson widerspricht dieser Polaritätsverteilung. Dauzère weist auf die starken positiven Ladungen der Eiskristalle in Cirrus-Wolken hin, die beim Heruntersinken in den unteren Teil der Wolke als positiv geladene Regentropfen im Sinne der Simpsonschen Theorie erscheinen. — Die Blitzbahn wird im wesentlichen vorbestimmt durch die in der Atmosphäre vorhandene Anreicherung von negativen Ionen, als deren Ursache die Radioaktivität bestimmter Gesteine angesehen wird. Nach den Untersuchungen der Meteorologischen Gesellschaft in Frankreich ziehen elektrische Leitungen den Blitz nicht „an"[1], wohl aber ist ein starker Einfluß des geologischen Untergrundes nachweisbar[2]. Bei der Anlage von Pulvermagazinen und Behältern mit leicht entzündlichen Stoffen ist daher auf die Blitzgefährdung Rücksicht zu nehmen. Das französische Ministerium für öffentliche Arbeiten hat Vorarbeiten in Angriff genommen, um Karten blitzgefährdeter Gebiete und Zonen Frankreichs aufzustellen.

Auch die Untersuchungen von L. Bogoiavlensky und M. Chatelain an 100 kV-Leitungen in Rußland bestätigen frühere Messungen, wonach die Blitzeinschlag- und Störstelle mit dem Maximum der Ionisierungs-Intensität (Ionen/cm³ und s) übereinstimmt.

Die weiteren Forschungen von H. Norinder bringen reiches Zahlenmaterial über Feldänderungsmessungen an Antennen. Zahlreiche Kathodenstrahl-Oszillogramme tragen zur Klärung des Mechanismus der Blitzentladung bei. Während das Auge meist nur eine Entladung sieht, zeigt das Oszillogramm nur selten eine, meist mehrere in aufeinanderfolgenden Zeitabschnitten von 200 µs bis 6000 µs Dauer der Feldänderung. Diese Teilentladungen sind nur bedingt identisch mit den von Walter mit der rotierenden Kamera festgestellten Vorgängen; es können den Vorentladungen Büschel und Verästelungen von bis 1000 µs Dauer vorausgehen. Die Blitzentladung dringt in stufenweiser Folge vor. Eine Analyse von 225 derartigen wiederholten Entladestößen zeigt, daß die positiver Polarität überwiegen; die Größen der Feldänderungsgeschwindigkeit zeigen sowohl bei aufeinanderfolgenden Teilblitzen als auch bei den Einzelstufen eines Blitzes beträchtliche Unterschiede.

E. Mathias stellt die Forschungen über den Blitz, mit Arago beginnend, zusammen. Zur Erklärung von Perlschnur- und Kugelblitzen wird die Theorie der endothermisch gebildeten Blitzsäule (matière fulminante) entwickelt, durch deren Zerfall erhebliche mechanische Wirkungen ausgelöst werden können. Die Energie dieses weißglühenden „Blitzstoffes" soll nach seinen Berechnungen für 1 cm³ 2860 mkg und für 1 g 5143 kcal betragen, das ist das Vierfache von Nitroglyzerin. E. Mathias und C. Dauzère beziehen sich in ihren zusammenfassenden Referaten nur in sehr beschränktem Umfang auf deutsche Arbeiten über Blitze, Gewitter, Wanderwellen und Schutzmaßnahmen.

Von erheblichem Interesse für den Betrieb von Hochspannungsnetzen ist der Gewitterwarndienst. Y. Kodaira und K. Takasawa berichten über dessen Organisation durch die Tokyo Electric Co. und andere zusammenarbeitende Gesellschaften (620 MW Spitzenleistung, 5000 km Hochspannungsleitungen in einem Gebiet von 75 000 km², Speisung vorwiegend durch Wasserkraftwerke). In den Standorten der Leitungsrevisoren und in den elektrischen Werken sind seit 1929 219 Beobachtungsstellen in etwa 20 km gegenseitigem Abstand eingerichtet, die fernmündlich nach einem vom Meteorologischen Observatorium ausgearbeiteten Plan alle Gewittermeldungen der Lastverteilerstelle mitteilen. Diese leitet die Meldungen unverzüglich dem Observatorium weiter, das, unterstützt durch weitere meteorologische Beobachtungen, sofort Gewittermeldungen über Stärke, Richtung, vermutliche Dauer usw. herausgibt. Die praktischen Erfolge der Tokyo Electric Co. bezüglich Einschränkung der Gewitterstörungen und Erkenntnis der am meisten durch Wärmegewitter gestörten Gebiete sind beachtenswert, zumal die Organisation mit vorhandenem Personal (mit Ausnahme der Sammelstelle) durchgeführt wurde.

Die weiteren Berichte behandeln die Forschungen über Erdmagnetismus und Erdelektrizität. Sie werden von Ch. Maurain zusammengefaßt. H. Labrouste gibt graphisch-analytische Verfahren zur Untersuchung periodischer Komponenten, O. H. Gish liefert Untersuchungen über die natürlichen elektrischen Ströme der Erdrinde und ihr Verhältnis zum Erdmagnetismus, L. Éblé über das erdmagnetische Feld, J. A. Fleming über die Verteilung der magnetischen Observatorien und Stationen über die Erde, E. Stenz über magnetische Aufnahmen der Karpathen von Skola, J. Johnston und A. G. Mc. Nish über Messungen des magnetischen Feldes durch die Observatorien Watheroo und Huancayo, Ch. Maurain über Polarlichter, J. Bartels über die Tätigkeit des Erdmagnetismus und die Beziehungen zu den Sonnenerscheinungen sowie E. Rothé über die elektromagnetischen Verfahren zum Studium des Untergrundes.

In seinem Bericht über das elektrische Feld der Erde weist G. Grenet auf die ungeklärten Ursachen der Entstehung des elektrischen Feldes hin und erwähnt die Theorie von Wipple über das Gleichgewicht von Gewitterbildung und Schwankungen des elektrischen Feldes. W. Smosarski, E. Salles sowie G. R. Waitu. O. W. Torreson behandeln Fragen der Luftleitfähigkeit. Zur Messung der Bodenleitfähigkeit gibt W. J. Rooney ein im Carnegie-Institut ausgebildetes Verfahren an, das auf Sondenmessung mit kommutiertem Gleichstrom beruht. Die Messungen wurden zur Ermittlung von Bodenschichtungen durchgeführt und gestatten Rückschlüsse auf die Erd- und Gesteinsarten von 1 ··· 600 m Tiefe bei einem spezifischen Widerstand des Bodens von 20 Ω · cm bis $5 \cdot 10^6$ Ω · cm. D. Müller-Hillebrand.

[1] La Météorologie 1929, S. 317.
[2] Vgl. ETZ 1932, S. 980.

Der 8. Deutsche Physiker- und Mathematikertag in Bad Nauheim, 20. bis 24. IX. 1932*.

Kurz bevor die diesjährige 92. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wiesbaden-Mainz zusammentrat, fand die von über 500 Teilnehmern besuchte Physikertagung in Bad Nauheim statt. Das William G. Kerckhoff-Herzforschungs-Institut mit seinen schönen und neuzeitlichen Einrichtungen gewährte seine Gastfreundschaft nicht nur für die Vorträge, sondern auch für Aussprachen in kleineren Kreisen, welche wohl zum ersten Male in diesem Jahr in größerem Maße neben dem Programm stattfanden und damit den Charakter einer Arbeitstagung noch mehr herausarbeiteten. Von den 88 angemeldeten und größtenteils in das Programm übernommenen Vorträgen wurden 67 gehalten.

Das 1. Hauptthema behandelte das Gebiet des Magnetismus (Leiter: **R. Gans** und **R. Becker**). Der überwiegende Teil der Vorträge war dem Ferromagnetismus gewidmet. Dadurch daß die Versuche an definierten Körpern, an Einkristallen, vorgenommen werden konnten, ist der Einblick in diese verwickelten Verhältnisse in den letzten Jahren wesentlich vertieft und erweitert worden. Sieben zusammenfassende Vorträge gaben zunächst einen

* Bericht über die Tagung des Vorjahres in Bad Elster: ETZ 1932, S. 129.

ausgezeichneten Überblick über den Stand der Forschung, an die sich dann noch 10 Einzelvorträge über neue, weiterführende Arbeiten anschlossen. **R. Peierls**, Zürich, zeigte vom theoretischen Standpunkte aus wellenmechanische Möglichkeiten auf.

R. Becker, Berlin, Elastische Spannungen und magnetische Eigenschaften. Die Grundlagen der elastischen Verspannungstheorie wurden entwickelt. Die Abhängigkeit der stabilen Lage des Magnetisierungsvektors vom Verspannungszustand des kubischen Gitters wurde auf Eisen und Nickel, Stoffe mit positiver und negativer Magnetostriktion, angewandt. Es ergeben sich daraus mit der Erfahrung übereinstimmende Zusammenhänge zwischen Elastizitätsmodul und Magnetisierung.

F. Preisach, Berlin, Permeabilität und Hysterese bei Magnetisierung in der elastischen Vorzugsrichtung. Aus Versuchen über die Magnetisierung, wenn die energetische Vorzugsrichtung mit der Richtung der angelegten Feldstärke übereinstimmt, wird als Ursache für die Hysterese die mikroskopische Gitterstörung gefolgert. Homogene Spannungszustände schaffen in ähnlicher Weise eine energetische Vorzugsrichtung wie beim einkristallinen Aufbau.

F. Bloch, Leipzig, behandelte vom theoretischen Standpunkt aus die Vorgänge der Ummagnetisierung im Kristallgitter in kleinen Feldern, wobei er zu dem technisch fruchtbaren Begriff der Wandverschiebung zwischen zwei verschiedenen magnetischen Elementargebieten kam.

W. Gerlach, München, Die Änderung des elektrischen Widerstandes bei der Magnetisierung. Diese wird durch zwei verschiedene, aber überlagerte Effekte hervorgerufen. Durch Drehung des magnetischen Vektors tritt eine Widerstandszunahme auf und eine Verminderung bei einer Steigerung des magnetischen Momentes. Der Einfluß von Druck und Zug und hoher Temperatur auf beide Effekte wurde auch untersucht.

R. Gans, Königsberg, Ferromagnetische Einkristalle und isotrope Körper. Die Vorstellungen über Magnetisierung von Einkristallen bei hohen Feldern wurden auf Polykristalle übertragen, wobei zur Berechnung nur 2 Konstanten benutzt werden, während bisher eine größere Zahl von Konstanten nötig war.

A. Kußmann, Berlin, Ferromagnetische Eigenschaften und Gefügebau. Die technisch-metallurgische Bedeutung der Spannungstheorie der Hysterese wurde an einigen Beispielen gezeigt; diese sind ausführlicher in dem Buch: Messkin-Kußmann, Die ferromagnetischen Legierungen, behandelt. Wenn die Löslichkeitsgrenze von Verunreinigungen überschritten wird, ist das Gitter verspannt und folglich die Permeabilität niedrig.

Unter den Einzelvorträgen berichtete **F. Stäblein**, Essen, über technische Werkstoffe großer magnetischer Weichheit.

P. C. Hermann, Berlin, Über ein neues Meßgerät zur Ermittlung magnetischer Eigenschaften an einzelnen Blechstreifen bei Gleich- und Wechselstrom-Magnetisierung. In unmittelbare Nähe der Oberfläche des magnetisierten Eisenbleches wird eine stromdurchflossene Spule gebracht, deren Ablenkung mittels Spiegelablesung die Feldstärke anzeigt. Bei größeren Amplituden lassen sich auch die Wechselstromverluste messen.

R. Goldschmidt, Berlin, Nachwirkungsverluste in ferromagnetischen Materialien bei schwachen Feldern. Diese können die Wirbelstrom- und Hystereseverluste erheblich übersteigen, sie wachsen mit zunehmender Temperatur und erreichen dicht unterhalb des Curie-Punktes ein Maximum.

O. v. Auwers, Berlin, Über die Änderung des Elastizitätsmoduls durch Magnetisierung. Mit der Magnetisierungstärke ändert sich neben dem elektrischen Widerstand und der Form (Magnetostriktion) noch eine weitere Eigenschaft des Kristallgitters: der Elastizitätsmodul nimmt zu. Damit ergibt sich eine Abhängigkeit der Frequenz und Dämpfung mechanischer Schwingungen von Eisen- und Nickelkörpern.

H. Kühlewein, Berlin, Über das Spannungs-Dehnungs-Diagramm ferromagnetischer Stoffe bei sehr kleinen Belastungen. Bei Zugbelastungen, die in der Größenordnung der Verspannungen durch Magnetostriktion liegen, treten elastische Nachwirkungen bis zu Zeiten von 10 min auf. Diese elastischen Nachwirkungen werden zu den wirbelstrommäßig nicht erklärbaren magnetischen Nachwirkungen in Parallele gesetzt.

F. Hülster, Köln, Zeitliche Phänomene bei großen Magnetisierungssprüngen. Je größer die Feldstärke ist, in desto kürzerer Zeit verläuft der Sprung. Bei ganz kleinen Feldstärken wird eine Anomalie beobachtet derart, daß die Zeiten stark streuen, aber um mehrere feste Werte. Durch Abbremsung der Barkhausen-Sprünge durch Rückkopplung gelingt die Aufnahme des instabilen Teiles der Hystereseschleife.

R. Peierls, Zürich, Diamagnetismus von Leitungselektronen. Der Diamagnetismus läßt sich berechnen für den Fall der Bewegung von Elektronen im Magnetfeld, wenn die freie Weglänge der Elektronen kleiner als der Bahnradius ist, auch für Bruchteile einer gekrümmten Bahn.

E. Vogt, Marburg, Zum Dia- und Paramagnetismus der Metalle. Bericht über experimentelle Untersuchungen, den Einfluß der Temperatur bei den meisten Metallen und Metallegierungen zu klären.

H. Scheffers, Charlottenburg, Präzisionsmessung des magnetischen Momentes von Kalium und Lithium im Hinblick auf ihr magnetisches Kernmoment. (Nach Versuchen von **W. Meißner** und **H. Scheffers**.)

H. Auer, München, Kritische Untersuchungen über die Bestimmung paramagnetischer Ionenmomente in Lösungen.

Am Mittwochnachmittag fand gemeinsam mit der Heinrich-Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens eine sehr anregende Sitzung statt mit dem Thema: Elektro-Physik der hohen Atmosphäre (Leiter: **K. W. Wagner** und **A. Meißner**).

J. Bartels, Eberswalde, gab in einem zusammenfassenden Bericht einen Überblick über die Physik der hohen Atmosphäre, wie sie für die im folgenden behandelten Teilgebiete, die Nordlichtforschung und die Wellenleitung der hohen Atmosphäre, benötigt werden. Die in 100 und zwischen 200 ··· 300 km Höhe liegenden ionisierten Schichten können einer Licht- oder Korpuskularstrahlung ihre Leitfähigkeit verdanken. Ultrastrahlung braucht nicht als Ursache herangezogen werden. Ein Entscheid kann durch sorgfältige Beobachtungen bei einer Sonnenfinsternis getroffen werden, weil eine „Verfinsterung" der Korpuskularstrahlung etwa 2 h später als die der Lichtstrahlung auftreten müßte.

H. Rukop, Köln, sprach über den Stand der Forschung über Wellenleitung in der hohen Atmosphäre. Durch Reflexionsmessungen sind zwei ionisierte Schichten festgestellt, ihre Intensität ist bei Tage stärker, wird nachts schwächer, wodurch die Reflexionshöhe bei Nacht auch in die Höhe rückt. Die von **Rukop** und **Wolf** entwickelte Methode der Aufzeichnung auf bewegtem photographischem Papier mit rotierender Glimmlampe vereinfacht die Auswertung sehr. Man sieht direkt den zeitlichen Verlauf der Änderungen der Laufzeiten der drahtlosen Signale. Bemerkenswert sind Aufspaltungen, die bei Sonnenaufgang und Sonnenuntergang häufiger beobachtet sind und durch eine Doppelbrechung der Heaviside-Kennelly-Schicht erklärt werden können.

Anschließend berichtete **C. Störmer**, Oslo, über die wichtigsten Ergebnisse der Nordlichtforschung. **W. Bauer**, Danzig, teilte Ergebnisse kinematographischer Höhenmessung und Nachweis einer Ultrarotstrahlung des Nordlichtes mit. Durch Sensibilisierung des Photomaterials und Wahl geeigneter Objektive gelang eine so wesentliche Verkürzung der Belichtungszeiten, daß die Nordlichterscheinungen kinematographisch bis zur Bildfolge von 4 in der Sekunde verfolgt werden konnten. Durch Kinoaufnahmen gelang auch die Festlegung der bisher niedrigsten Höhe eines Nordlichtes von 65 km. Zum Schluß wurde von **E. Brüche**, Berlin, der 3. Teil des Nordlichtfilms vorgeführt, dessen erste Teile vor einem Jahre in Bad Elster uraufgeführt wurden. Dieser Lehrfilm wird sicher vielen Fernerstehenden einen guten Einblick in die Erscheinungen des Nordlichtes und die Erklärungsmöglichkeiten dieser interessanten Himmelserscheinung gewähren.

Am Donnerstag fanden parallel zu den Geschäftssitzungen der veranstaltenden Gesellschaften die Vorträge über funktechnische Untersuchungen statt.

G. Goubau, München, Echomessungen an den ionisierten Schichten der Atmosphäre. Hier wird unmittelbar nacheinander die Höhenmessung mit elektrischen Wellen von 40, 80, 150, 250, 500 und 1000 m Wellenlänge vorgenommen. Bei Tage wird die kurze Strahlung in 100 km Höhe reflektiert, die längeren Wellen werden absorbiert; bei Nacht rücken die Echos der kurzen Wellen zu immer größeren Höhen auf, während die langen bei 100 km reflektiert werden.

H. Plendl, Berlin, Selektive Schwunderscheinungen und Höhenmessungen der Ionosphäre. Bei der indirekten Ausbreitung ist mit einer selektiven Drehung der Polarisationsebene zu rechnen. Diese Erscheinung wird zu den Höhenmeßverfahren in Verbindung gesetzt.

P. v. Handel, Berlin, Messungen über selektive Schwunderscheinungen. Ein Bericht über interessante Messungen, die bei der DVL durchgeführt wurden.

Der 23. IX. war dem II. Hauptthema: Gasentladungen (Leiter: **C. Ramsauer** und **R. Seeliger**) gewidmet.

Als erster gab **W. Rogowski**, Aachen, einen zusammenfassenden Bericht über den Mechanismus der Zündung bei Gasentladungen. Die Townsendsche Theorie beschreibt das Anwachsen des dunklen Vorstromes vor der Zündung, sagt aber über den Schluß des Zündvorganges, die Glimmentladung, nichts aus. Durch eine Verknüpfung von Ionisierung und Raumladung treten Feldverzerrungen auf, die auf den sog. Ionisierungsanstieg von Einfluß sind. Hieraus ergeben sich unter vereinfachenden Annahmen die Bedingungen für die Zündung, wo die Entladung von einem kleinen unselbständigen Strom über einen instabilen Bereich in eine neue Gleichgewichtslage mit großem, sich selbständig erhaltenden Strome überspringt. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse verwickelter, vor allem bei Atmosphärendruck, wo wegen zu hoher Stromdichten die Glimmentladung in eine Bogenentladung übergeht. Eine Zündung verläuft in 10^{-7} s.

F. M. Penning, Eindhoven, Zweierlei negative Charakteristiken bei selbständigen Gasentladungen. Beobachtungen dreier verschiedener Werte für die Zündspannung in He bei niederem Druck und Elektrodenabstand führten zu den Bedingungen einer Gleichstromstabilität, wenn man die Charakteristik als Grenze zwischen zwei Strom-Spannungs-Gebieten betrachtet.

O. Zeier, München, Durchschlaguntersuchungen in komprimierten Gasen und flüssiger Kohlensäure. In Luft, Stickstoff, Gemischen und Kohlensäuregas bis zu Drücken von 120 kg/cm² wurden Abweichungen vom Paschenschen Gesetz und Polarisationseffekte bei hohen Drücken festgestellt.

W. Hanle u. K. Larché: Elektronen-, Ionen- und Atomstoßleuchten. Unterschiede der Lichtemission in der Stoßrichtung und entgegengesetzt dazu wurden nicht festgestellt.

W. Finkelnburg, Karlsruhe, Lichtanregung und Emission im Wasserstoffunken bei erhöhtem Druck.

M. Steenbeck, Berlin, gab einen zusammenfassenden Bericht Energetik der Gasentladungen. Nachdem die Entladungsformen und die sog. Elementarprozesse einzeln untersucht sind, wird jetzt der Versuch gemacht, durch Vereinigung beider den Aufbau wirklich auftretender Entladungsformen kennen zu lernen. Hierbei spielen energetische Überlegungen eine besondere Rolle. Diese beruhen auf einer Kenntnis der Temperaturen von Molekülen, Elektronen und Ionen im Plasma. Außerdem ist der Anteil der einzelnen sich in Entladungen abspielenden Reaktionen am Gesamtenergieumsatz festzustellen. Für jede Entladung müssen Gleichgewichte zwischen Trägererzeugung und -vernichtung, Wärmeentwicklung und -ableitung usw. bestehen. Im Anschluß an die Extrembedingung von Compton und Morse wird die thermische Bogentheorie auf das Beispiel eines freibrennenden Lichtbogens angewandt.

M. J. Druyvesteyn, Eindhoven, Die Energiebilanz der positiven Säule. In der positiven Säule einer Na-Entladung wurde festgestellt, daß in reinem Na-Dampf die Leistung gleich der Summe aus Strahlung und Wandverlusten ist.

D. Gabor, Berlin, Zur Theorie des Lichtbogenplasmas. Unter Benutzung der Debye-Hückelschen Theorie des Elektrolyten werden Erklärungen für die außerordentlich schnelle Ausbildung der Maxwellschen Geschwindigkeitsverteilung im Plasma berechnet, die mit experimentellen Ergebnissen gut übereinstimmen. Das Plasma ist durch die darin enthaltenen Ionen ein hochgradig trübes Medium für Elektronen.

W. Pupp, Berlin, Über laufende Schichten in der positiven Säule von Edelgasen. Durch optische Beobachtung der Schichten mit einer Photozelle und gleichzeitige dynamische Sondenmessung unter Benutzung von Braunschen Röhren werden Zusammenhänge der Vorgänge in der Säule aufgedeckt.

W. Weizel, Karlsruhe, Der Hittorfsche Dunkelraum und die erste Kathodenschicht in der Glimmentladung.

A. Glaser, Berlin, erstattete einen zusammenfassenden Bericht über die physikalischen Grundlagen der Gittersteuerung. Die drei Grundprobleme der Gittersteuerung von Gasentladungen wurden ausführlich behandelt: Die Beeinflussung des Zündprozesses durch das Steuergitter, sein Verhalten in einem ionisierten Gase und die Entionisierung der Gasstrecke. Auf die Bedeutung des Durchgriffs wurde hingewiesen.

W. Koch, Berlin, Über den Zündvorgang von Entladungen mit Glühkathode bei niedrigen Gasdrucken. Die Laufzeit der positiven Ionen bedingt die Größe der Verzögerungszeit, bis nach Aufheben der Sperrwirkung des Gitters ein Stromanstieg zur Anode einsetzt, und der Aufbauzeit, in welcher die Zündung des Rohres vollendet wird. Der Einfluß von Gitterspannung und -widerstand auf den Zündvorgang wurde an Hand zahlreicher Kathodenstrahl-Oszillogramme erläutert.

E. Lübcke, Berlin, Über Untersuchungen an Quecksilberdampf-Entladungsröhren. In einem Dreielektrodenrohr ergibt sich aus dem Verhältnis von Gitter- und Anodenstrom vor der Zündung ein Maß für die Ionisierungsfunktion von Quecksilberdampf. Aus Sondenmessungen wurde auf das Vorhandensein schwerer negativer Ladungsträger (negativer Ionen) in großer Zahl geschlossen. Diese werden als Anodenkanalstrahlen nachgewiesen und durch Magnetfelder von den Elektronen getrennt.

H. Krefft, M. Reger und **R. Rompe**, Berlin, Beiträge zur Kenntnis der Lichterzeugung in der positiven Säule. Dampfdruck und Stromdichte sind von Einfluß auf die Lichterscheinungen. In der positiven Säule ist mit stufenweiser Anregung und mit Stößen 2. Art zu rechnen, welche auf die Charakteristik einwirken.

H. Geffcken und **H. Richter**, Leipzig, Über einen neuen Gleichrichtereffekt in Gasentladungen.

K. Siebertz, München, Über e/m-Messungen an Fadenstrahlen. Infolge der Raumladung im Entladungsrohr ergeben sich bei magnetischer Ablenkung zu große Werte für e/m.

E. Brüche und **H. Johannson**, Berlin, Elektronenmikroskopische Untersuchungen. Die Brauchbarkeit eines Doppelkondensators als elektronenoptische Linse wird durch Untersuchungen der emittierenden Teile einer Oxydkathode und einer Kathode aus reinem und aus thoriertem Wolfram bewiesen. Die zeitliche Veränderung der Emissionszentren wurde im Film vorgeführt.

G. Mierdel, Berlin, Über die Wanderungsgeschwindigkeit suspendierter Staubteilchen in Elektrofiltern. Die Teilchen wandern allein infolge der Feldstärke und ihrer Aufladung, die bis 1 μ Dmr. dem Radius proportional ist, für größere Teilchen mit dem Quadrat des Radius ansteigt, zu der Niederschlagselektrode. Die Annahme eines elektrischen Windes ist unnötig.

Von den übrigen Einzelvorträgen, die am Mittwoch und Sonnabend vormittag stattfanden, können wegen ihrer großen Zahl nur wenige hervorgehoben werden:

L. Bergmann, Berlin, Über die Verwandlung der Selensperrschicht-Photozelle zu Präzisionsmessungen. Mit einer als Nullmethode ausgebildeten Anordnung lassen sich drehende Bewegungen, wie sie bei physikalischen Messungen vorkommen, etwa

1000mal vergrößert messen. Eine Differential-Photozelle erlaubt kleinste Helligkeitsunterschiede zu messen. Die Photozelle ergibt in Verbindung mit einer an einem Zeigerinstrument befindlichen Blende einen Gleichstromverstärker, der etwa 900fach und unter Zwischenschaltung einer Rückkopplung bis 3000fach verstärkt.

W. Kluge, Berlin, Versuche über den selektiven Photoeffekt und die optische Absorption an zusammengesetzten Alkalikathoden.

F. Ollendorff, Berlin, Trägheitserscheinungen in gasgefüllten Photozellen. Diese werden durch die Laufzeit der positiven Ionen hervorgerufen, welche vor der Kathode Raumladungen kompensieren. Die Laufzeit ist von der Größenordnung 10^5 cm/s.

A. Bühl, Zürich, Elektronenbeugung und inneres Potential. Durch magnetische Beugungsanalyse werden für langsame Elektronen (200 V) Oberflächenbeugungen an Pulvern gemessen, aus denen für Silber auf kein Gitterpotential geschlossen wird.

E. Rupp, Berlin, berichtete über weitere Versuche zur Polarisation der Elektronen.

R. Tomaschek und **W. Schaffernicht**, Marburg, Über die zeitlichen Schwankungen der Schwerkraft. Die Messungen können mit einer Genauigkeit von 10^{-9} g durchgeführt werden. Sie erlauben Angaben über Ebbe und Flut in der festen Erdschicht, die für Marmor ± 23 cm beträgt. Sie ist nicht auf elastische Deformationen zurückzuführen, sondern auf erzwungene Schwingungen der Erdscholle infolge Bewegung der Meere.

A. Scheibe und **U. Adelsberger**, Berlin, Eine „Quarzuhr" für Zeitbestimmung hoher Genauigkeit. Für ein halbes Jahr war die absolute Gangkonstanz ± 0,002 s, für Tage und Stunden ± 0,001 s und zweier Uhren gegeneinander ± 0,0003 s.

E. Meyer, Berlin, Untersuchungen über die Schallaufzeichnung nach dem Stahlband-Verfahren.

Zu Beginn der letzten Sitzung wurde Herrn **M. v. Laue** durch Herrn **M. Planck** die Planck-Medaille für Verdienste um die Entwicklung der theoretischen Physik verliehen. Außerdem wurde noch aus den Überschüssen der Planck-Stiftung den Herren **W. Elsasser, F. Kirchner** und **E. Rupp** für grundlegende Arbeiten auf dem Gebiete der Elektronenbeugung als Ehrengabe ein Geldbetrag überreicht.

Die nicht näher genannten Vorträge betreffen hauptsächlich Fragen der Optik und der Licht- und Röntgenspektroskopie. E. Lübcke.

Über die Ursachen der Häufung von Blitzeinschlägen an bestimmten Stellen von Hochspannungsleitungen.

Zu dem auf S. 980 veröffentlichten Aufsatz obiger Überschrift gingen uns einige Äußerungen zu. Wir bringen diese mit einem Schlußwort des Verfassers zum Abdruck. **D. S.**

I.

Dr.-Ing. G. Lehmann teilt in der ETZ 1932, S. 980, Beobachtungen über die Häufung von Blitzeinschlägen in einzelne Maste einer 100 kV-Leitung mit, die in einem Streckenabschnitt besonders häufig gestört war. Diese beobachtete Häufung weicht nicht nennenswert von der statistischen Verteilung des Zufalls ab. Aus der Originalarbeit, die Einzelbeobachtungen bemerkenswert ausführlich angibt[1], habe ich die folgenden Zahlen zusammengestellt und mit der rein zufälligen Verteilung verglichen, die als binomiale Verteilung nach statistischen Methoden errechnet wurde:

Untersuchtes Gebiet von 6,8 km Länge: 32 Maste, 24 Einschläge.

vom Blitz getroffen	tatsächlich n. G. Lehmann	nach statistischer Verteilung wahrscheinlichster Wert	Streubereich
0mal	16 Maste	15,0 Maste	9 ··· 21 Maste
1mal	9 „	11,6 „	6 ··· 17 „
2mal	6 „	4,3 „	1 ··· 8 „
3mal	1 Mast	1,02 „	0 ··· 3 „

(Streubereich ermittelt aus der doppelten statistischen Abweichung).

Auch wenn man den am häufigsten gestörten Teil dieses Gebietes betrachtet (von Mast 313 bis 300), für das nach den Untersuchungen von Lehmann die Voraussetzungen für lokale Wärmegewitter am günstigsten sind, kommt man zu ähnlichem Ergebnis:

Untersuchtes Gebiet: 14 Maste, 16 Einschläge.

vom Blitz getroffen	tatsächlich n. G. Lehmann	nach statistischer Verteilung wahrscheinlichster Wert
0mal	4 Maste	4,27 Maste
1mal	5 „	5,25 „
2mal	4 „	3,03 „
3mal	1 Mast	1,09 „

Die Verteilung der Gewitterstörungen in diesem Gebiet stimmt also praktisch mit einer rein zufälligen Verteilung überein. Es ist ein besonderes Verdienst der Arbeit von G. Lehmann, auf eine ursächliche Verkettung mit unterirdischen Wasseradern hingewiesen zu haben.

Dieser Zusammenhang zwischen Gewitterstörung und Wasserader in einem von den Adern vielfach durchzogenen Gebiet wird besonders auffällig, wenn man den Ort der unmittelbaren Blitzeinschläge in das Leitungseil betrachtet. Man kann in einer Annäherung die unmittelbaren Einschläge in das Seil und die rückwärtigen Mastüberschläge voneinander dadurch trennen, daß man als unmittelbare Einschläge nur Beschädigungen an den obersten Leitungen zählt und Überschläge an unteren Leitungen als vorwiegend rückwärtige Überschläge infolge Schirmwirkung des Erdseils[2] ansieht. Man erhält so aus den Einzelangaben von G. Lehmann:

7 Einschläge an der der Ader zugewendeten Seite,
2 „ „ „ „ „ abgewendeten Seite,
2 „ , bei denen die Ader beiderseits des Mastes nachgewiesen wurde.

Die häufigen Einschläge in die oberen Leitungseile zeigen, daß ein Blitzseil oberhalb der Leitungen kein genügender Schutz gegen Blitzeinschläge in das Leitungsseil ist, so daß Anordnungen mit mindestens zwei über den oberen Leitungen verlegten Blitzseilen vorzuziehen sind. Von den ferner mitgeteilten 9 Fällen des Bruchs oder der Beschädigung von Phasenseilen wird man hingegen wohl einige Fälle auszuscheiden haben, die auf Schmelzwirkung eines abgetriebenen Lichtbogens o. dgl. zurückzuführen sind, und diese nicht mit Wasseradern in Verbindung bringen können: 5mal liegt die Bruchstelle östlich der Maste (6 ··· 18 m, Längen, die ein vom Sturm abgetriebener Lichtbogen annehmen kann, Richtung der Gewitterstraße von Westen nach Osten), 2mal westlich und 2mal mitten im Spannfeld. Ein Durchschlag des Blitzes von einem Phasenseil zum andern in dichter Nähe des Mastes erscheint wenig wahrscheinlich. Der mehrphasige Überschlag am Mast scheint aber durch die Verminderung der Erdwiderstände der Maste wirksam eingeschränkt zu sein, trotzdem der durchschnittliche Erdübergangswiderstand der Maste mit rd. 23 Ω etwa 2,5fach über dem Wert liegt, den die Vermeidung des rückwärtigen Überschlages bei Blitzen von 100 000 A erfordert[3]. Diese Erfahrungen decken sich mit den an andern Orten gemachten und zeigen, daß Blitze geringerer Stromstärke sehr viel häufiger sind als Blitzstromstärken in der Größenordnung von 100 000 A.

D. Müller-Hillebrand.

II.

Dr.-Ing. Lehmann hat in dem genannten Aufsatz den gewiß interessanten und dankenswerten Versuch gemacht, die Beziehungen zwischen der Wasserführung und den luftelektrischen Verhältnissen in seinem Unter-

---

[1] Dr.-Ing.-Dissertat. T. H. Dresden 1932.

[2] ETZ 1931, S. 722.

[3] VDE-Fachberichte Frankfurt a. M. 1931, S. 104.

suchungsgebiet zu klären. Eine kritische Durcharbeitung seiner Ergebnisse gibt mir Veranlassung, einige Bedenken zu dieser Arbeit zu äußern.

Die hydrologischen Verhältnisse seines Untersuchungsgebietes ließ Lehmann durch einen Rutengänger bearbeiten. Der Rutengänger fand eine große Anzahl von „Wasseradern", die in einem Teil des Gebietes durch 18 Bohrungen nachgeprüft wurden[4].

Diese Nachprüfung genügt keineswegs. Es ist doch zum mindesten ungewöhnlich, sich zur Klärung der Grundwasserverhältnisse für ein wichtiges physikalisch-technisches Problem ausschließlich der umstrittenen Wünschelrute zu bedienen. Richtig wäre es gewesen, wenigstens an einer Stelle einmal Bohrungen (eine auf, zwei auf jeder Seite der „Ader") dazu zu verwenden, um das Vorhandensein solcher „Adern" wirklich zu beweisen. Tatsächlich hat er sich (S. 20 seiner Dissertation) selbst durch den Augenschein bei den Bohrungen davon überzeugt, daß es sich bei der Grundwasserführung gar nicht um eng begrenzte „Adern" handelt, sondern um Wässer, die auf Spalten, Klüften, Schicht- und Schieferungsfugen in die Bohrlöcher eindrangen. Der in den Bohrungen angetroffene Quarz sagt gar nichts, da Quarz in Linsen und Knoten in diesen Schiefern sehr häufig vorkommt. Klüfte und Spalten sind plattenförmige Gebilde, die fast stets mit mehr oder weniger großen Winkeln gegen die Vertikalebene geneigt sind. Auf welchen Teil dieser Spalten reagiert nun die Rute? Ist es das Ausgehende, so kann eine an dieser Stelle angesetzte Bohrung die Spalte gar nicht treffen. Die Vertikalprojektion welchen Teils der Kluft ist es sonst?

Die Grundwasserführung eines solchen Schiefergebietes ist in der Hauptsache nach der Oberflächengestaltung zu beurteilen. In flach geneigtem Gelände kommt es an der Grenze des wasserstauenden, frischen Schiefers und des verwitterten, klüftigen Schiefers zu einer Wasserführung, auf die das Wort Grundwasserhorizont nicht ganz paßt, weil es sich nicht um eine durchgehende und überall ausdauernde Wasserführung handelt. Diese Wasserführung genügt aber völlig, um das in den Bohrlöchern angetroffene Grundwasser zu erklären, das man im Bereich der vorgenommenen Bohrungen überall finden wird. An steileren Hängen und auf den Höhen selbst fehlt für gewöhnlich diese Wasserführung. Hier hat Lehmann nicht bohren lassen, obwohl hier ebenfalls zum Teil sogar besonders viel Wasseradern angegeben waren. In der Zahlentafel (S. 65 der Dissertation) heißt es für diese Strecken: „keine weiteren Bohrungen, da Grundwasseradern tiefer".

Ich komme zu dem Schlusse: Die hydrologischen Verhältnisse eines Gebietes können nie durch einen Rutengänger wirklich geklärt werden. Wasseradern, d. h. scharf begrenzte Schläuche „wie Kabel", mit denen G. Lehmann in seiner Dissertation weitgehend operiert, gibt es in diesem Gebiet nicht.

Zu den luftelektrischen Messungen ist zu sagen, daß sie zur Klärung des gestellten Problems in keiner Weise ausreichen. Derartige Messungen erfordern besonders viel Erfahrung und Zeit, wenn sie beweiskräftig sein sollen. Es sind aber nur drei verschiedene Versuche zur Messung des Potentialgradienten und 16 zur Untersuchung der Leitfähigkeit der Luft mitgeteilt worden. Von diesen scheidet noch eine ganze Anzahl wegen ungünstiger meteorologischer und örtlicher Verhältnisse aus, und auch die, die dann noch verbleiben, sind keineswegs einwandfrei, z. B. ist m. E. der gewiß sehr starken Deformation der Potentialflächen durch die 25 m hohen Eisenmasten bei der Beurteilung der Meßergebnisse nicht genügend Rechnung getragen worden.

Ebenso wenig kann mich die von Lehmann gegebene Erklärung der Untersuchungsergebnisse des luftelektrischen Feldes befriedigen. Es ist ein Irrtum, wenn Lehmann meint, daß Schiefer in ihrem natürlichen Vorkommen Isolatoren sind. Gegen Luft ist der Erdboden auch in den allertrockensten Zeiten ein guter Leiter. Die Verwitterungsböden auf Schiefer sind sogar besonders gute Leiter, und auch der bergfeuchte Schiefer in größeren Tiefen kann niemals als Isolator angesprochen werden. Es gibt in der Literatur der angewandten Geophysik darüber eingehende Untersuchungen, die jeden Zweifel ausschließen.

Der Gedanke, daß Störungen im luftelektrischen Feld den Wünschelrutenausschlag hervorrufen, ist nicht neu. Z. B. haben schon 1921 Haschek und Herzfeld in den „Naturwissenschaften"[5] eingehend über derartige Versuche (mit etwa 200 Kontrollversuchen) berichtet. Sie haben aber den gewünschten Zusammenhang ebenso wenig beweisen können wie die viel weniger kritischen Untersuchungen G. Lehmanns jetzt.

Uns Geologen und Geophysikern könnte es ja nur im höchsten Maße willkommen sein, wenn das Rutenproblem so auf eine sichere physikalische Basis gestellt wäre. Wenn z. B. die über Spalten austretende emanationsreiche Bodenluft den Rutenausschlag hervorrufen würde, so wäre damit fast jeder praktischen Verwertungsmöglichkeit der Wünschelrute der Boden entzogen. Wie Lehmann selbst sagt, genügt eine geringe Luftbewegung, um die über einer ausgehenden Bodenspalte sich bildende Ionenfahne wegzuwehen. Der Rutengänger könnte also nur bei absoluter Windstille richtige Angaben machen. Je nach der Wetterlage würden die Ergebnisse verschieden ausfallen.

Über die elektrotechnischen Probleme der Arbeit von G. Lehmann zu urteilen, fühle ich mich nicht berufen. Immerhin geben die sorgfältig durchgeführten Versuche von Prof. Schwaiger, München, über die Einschlagstellen des Blitzes[6] zu denken, die den G. Lehmannschen Ergebnissen widersprechen. Und weiter muß es auffallen, daß die technischen Maßnahmen zur Herabsetzung des Übergangswiderstandes Mast—Erde (Rohrerder in die „Adern" und Banderder unabhängig von den „Adern" im Boden verlegt) die Wirksamkeit der Rohrerder in sehr zweifelhaftem Licht erscheinen lassen. Der Widerstand ist nach der Zahlentafel von G. Lehmann[7] dort, wo Banderder und Rohrerder kombiniert verwendet wurden, um 55 ··· 87 % gebessert, wo Banderder allein in Anwendung kamen, um 64 ··· 80 %. In dem einzigen mitgeteilten Fall, wo ein Rohrerder allein eingebaut wurde, wird der Erfolg nicht angegeben.

H. Reich, Bezirksgeologe und ao. Professor für angewandte Geophysik an der T. H. Berlin.

III.

In seinen interessanten Ausführungen erwähnt Dr. G. Lehmann auch die Arbeiten von Dauzère und Bouget. Es scheint aber übersehen zu sein, daß Dauzère in einem Vortrag vor dem Zweigverein der Société Française des Electriciens in Toulouse ausführlich die Verhältnisse bei Freileitungen erörtert. Dieser Vortrag ist veröffentlicht im Bull. Soc. Franç. Électr. Bd. 9, S. 567 und S. 575 (1929), ein kurzer Auszug befindet sich in der ETZ 1931, S. 481. Nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse sind sicherlich der geologische Untergrund und die Örtlichkeit für die Blitzeinschlagstelle von maßgebender Bedeutung. Wie man sich die Kenntnis des Untergrundes verschafft oder verschaffen kann, ist eine zweite Frage. Daß es in den geschilderten Fällen immer gelungen ist, mit der Wünschelrute geeignete Erdungstellen zu finden, hängt wohl hauptsächlich von dem geologischen Aufbau der Gegend ab. Leider liegen die Verhältnisse nicht immer so günstig, und die Angaben der Wünschelrute sind oft nicht zuverlässig, wie viele Fälle beweisen. Daß Grundwasser die beste Erdung liefert, ist eine bekannte Tatsache, deshalb wird auch in dem für den Gebäudeblitzschutz maßgebenden Büchlein „Blitzschutz"[8] auf S. 39 gesagt: „Auf die Herstellung guter Erdungen ist der größte Wert zu legen", und S. 40: „Grundwasser bietet eine gute Erdung". Auch die Verwendung von Bodenseilen ist beim Gebäudeblitzschutz schon lange üblich; denn es wird empfohlen (Blitzschutz S. 41), wenn Grundwasser schwer oder nicht zu erreichen ist, Ringleitungen oder Oberflächenerder, am besten beides, zu verlegen. Die Rolle, die der Erdübergangswiderstand beim Blitzschlag spielt, ist vom Blitzableiterbau längst erkannt worden; jedoch ist es bei der großen Verschiedenheit des Untergrundes sehr schwierig, positive Angaben zu machen. Das Buch „Blitzschutz" (S. 46) sagt deshalb: „Wenn daher auch kein bestimmter geringster Wert verlangt werden kann, so muß jedoch unbedingt gefordert werden, daß der Erdübergangswiderstand der Blitzableiteranlage der geringste aller in der Nähe erzielbaren Erdübergangswiderstände ist."

Es bleibt aber dem Hersteller überlassen, diese beste Erde aufzufinden. Ob die Wünschelrute das geeignete Mittel zur Auffindung der besten Erdungstellen ist, muß leider nach den Erfahrungen des Blitzableiterbaues noch

[4] Die zwei trocken gebliebenen Bohrungen, die in der Dissertation als Beweis für das Nichtvorhandensein eines durchgehenden Wasserhorizontes angeführt werden, liegen nach nachträglicher brieflicher Mitteilung von Dr. Lehmann garnicht an der untersuchten, sondern an einer anderen Leitungsstrecke, scheiden also für die hydrologische Beurteilung des Gebietes aus.

[5] Naturwiss. Bd. 9, H. 51 (1921).

[6] Bayr. Ind. Gewerbebl. 15. Okt. 1932.

[7] Dissertation, S. 65.

[8] Zu beziehen vom Ausschuß für Blitzableiterbau, Berlin-Schöneberg, Hauptstraße 161

bezweifelt werden; denn es gibt eine große Zahl von Fällen, wo sie versagt hat. Der „Verband zur Klärung der Wünschelrutenfrage" könnte sich ein großes Verdienst erwerben, wenn er seine sicherlich reichlichen Erfahrungen und Versuchsergebnisse weiteren Kreisen bekanntgäbe, damit man Unterlagen zu weiteren Untersuchungen gewänne. Bis jetzt ist man auf meist nicht ganz vollständige Angaben angewiesen. So wurde mir auf Anfrage von einer Feuersozietät mitgeteilt, daß sie zur Ermittelung von Baustellen für Feuerlöschbrunnen Rutengänger zur Mitarbeit herangezogen hat; dabei hat sich ergeben, daß bei 134 Untersuchungen 98 Stellen erfolgreich waren, also, wie mir scheint, ein sehr hoher Prozentsatz. Da die näheren Versuchsbedingungen nicht bekannt sind, sagen diese Zahlen naturgemäß wenig; aber sie sind immer ein Anhaltspunkt. Das Wasserwerk München hatte bei 46 Fällen 18 Erfolge und 16 Mißerfolge. Dr. Sprecher, Lebensmittelinspektor des Kantons Bern, führt aus[9]: „Im ganzen muß ich sagen, daß ich mit unsern Rutengängern bisher mehr schlechte als gute Erfahrungen gemacht habe." Es wäre bei dieser Sachlage auf jeden Fall eine dankbare Aufgabe, die Wünschelrutenfrage ernstlich zu prüfen und festzustellen, ob zwischen den Angaben der Rutengänger und den geophysikalischen Messungen irgendwelche Zusammenhänge bestehen. Bis die Ergebnisse solcher wissenschaftlicher Versuche vorliegen, muß man den Angaben der Rutengänger mißtrauisch gegenüberstehen. Dies um so mehr, als gerade in letzter Zeit sich viele berufen glauben, wobei der Wunsch, eine Einnahmequelle zu haben, oft eine große Rolle spielt. Dadurch entstehen volkswirtschaftlich große Schädigungen; man begegnet sogar der Behauptung, daß es nur mit der Wünschelrute möglich sei, einwandfreie und gute Erdungen anzulegen. Im Interesse der Wahrheit und der Vermeidung von wirtschaftlichen Schädigungen ist es unbedingt notwendig, gegen die Ausnutzung der Gutgläubigkeit weiter Kreise Front zu machen und vor einer Überschätzung der Angaben der Wünschelrute zu warnen. Es wäre zu wünschen, daß die oben angedeuteten Untersuchungen bald unternommen und zu einem guten Ende geführt werden. Die von Dr. Lehmann am Schluß seiner Ausführungen angekündigten Versuche können hierzu einen wesentlichen Beitrag liefern.

Dr. F. Moench.

Bemerkungen des Verfassers zu vorstehenden Ausführungen.

Zu Müller-Hillebrandt:

Für die Praxis ist die Tatsache des Vorhandenseins von besonders störungsanfälligen Gebieten infolge Gewitter, sogenannte Gewitternester längs ausgedehnter Leitungsstrecken, von besonderer Bedeutung, aus welchem Grunde der spezifischen Gefährdungsziffer, d. h. Störungszahl je Kilometer Leitungslänge, der größte Wert beigemessen wird.

Die Beobachtungen in der Praxis decken sich mit der Angabe von Herrn Müller-Hillebrandt, daß ein Erdseil oberhalb der Leitungen keinen genügenden Schutz gegen Blitzeinschläge in die Leitungseile darstellt im Gegensatz zu Masten mit zwei Erdseilen, die eine günstigere Schirmwirkung aufweisen. Gegen die rückwärtigen Mastüberschläge schützen letztere bei hohen Erdübergangswerten ebensowenig wie schlecht geerdete Maste mit einem Erdseil. Es ist sehr wahrscheinlich, daß man bei mehreren beschädigten Seilen eines Störungsfalles einen Teil der Beschädigungen auf Lichtbogenwirkung zurückführen muß. Trotzdem halte ich es durchaus für möglich, daß beim Blitzeinschlag ins Spannfeld zwei Phasenseile beschädigt werden können.

Die Herabsetzung der Erdübergangswiderstände auf Werte von 20 ··· 25 Ω wird für sehr hohe Blitzstromstärken nicht genügen. Bei einer Stoßüberschlagspannung der 7gliedrigen Kette von 850 kV werden bei den vorgenannten Ohmwerten Blitzstromstärken bis etwa 35 000 A noch keinen rückwärtigen Überschlag verursachen. Nach den zahlreichen über der Leitung beobachteten Gewittern in den Jahren 1931 und 1932 nach der Erdungsverbesserung, die keine merkbare Störung an der Leitung gebracht haben, ist anzunehmen, daß die in dem Gebiet vorkommenden Blitzstromstärken tatsächlich nicht über dem vorgenannten Betrag von 30 000 ··· 35 000 A liegen.

Zu Reich: Durch die Häufung der Gewitterstörungen an bestimmten Leitungsmasten eines größeren Gebietes ergab sich mangels anderer aussichtsreicher Maßnahmen zur Verminderung der Störungsanfälligkeit durch Blitzeinschläge die Notwendigkeit der Verlegung von Rohrerdern, die bis ins Grundwasser hineingebracht werden mußten. Die Maßnahmen der umfassenden Verbesserung der Masterdung durch Verbindung mit unterirdischen Wasserführungen wurden in der Arbeit beschrieben. Zur Ermittlung der Grundwasserströme wurden Rutengänger angesetzt. Die Ergebnisse ihrer Tätigkeit haben uns praktisch befriedigt. Die durch die gründliche, bis ins Grundwasser reichende Erdung geschützten Leitungsmaste blieben in den gewitterreichen Sommern 1931 und 1932 völlig störungsfrei (wahrscheinlich nicht einschlagsfrei). Die gleichen Erdungsverbesserungen wurden in der Zwischenzeit auch auf anderen gewitteranfälligen Strecken mit dem gleichen Erfolg durchgeführt. Die getroffenen praktischen Maßnahmen haben also ihre technische Probe bis jetzt voll bestanden.

Die im Anschluß an die praktischen Maßnahmen durchgeführten Messungen über das Verhalten des luftelektrischen Feldes haben in dem untersuchten Gelände Störungen an den Stellen gezeigt, wo Rutengänger das Grundwasser angegeben haben. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen und werden noch von anderer Seite fortgesetzt. Daß eine solche Feldbeeinflussung physikalisch etwas unerwartet erscheint, ist bekannt. Jedoch sind solche Störungen außer von Hascheck und Herzfeld, Dr. Buth auch von Dr. Ambronn[10] nachgewiesen worden.

Bis zu dem naheliegenden vollen Ersatz eines Rutengängers durch technisch-physikalische Instrumente sind natürlich noch weitere Versuche nötig. Daß durch die in Rede stehende Arbeit der Weg zu diesem Ziele zunächst nur angebahnt wird, glaube ich genügend betont zu haben.

Zu Moench: Nach den Angaben von Dauzère (ETZ 1931, S. 481) decken sich die französischen Beobachtungen über die Gewitterstörungen an Freileitungen mit den von mir im Untersuchungsgebiet gemachten Feststellungen in mehrfacher Hinsicht. Die bevorzugten Blitzeinschlagstellen sind keineswegs etwa immer hochgelegene Punkte einer gewitterreichen Gegend, sondern vielfach wasserführende Adern am Berghange oder im Tal. Auch wird Schiefer als ein Gestein bezeichnet, das der Blitz bevorzugt, und in dem Schiefer sind es wieder die geologischen Verwerfungspalten, die oft auch grundwasserführend sind. Über den Stellen der besonderen Blitzeinschlagshäufigkeit wurde bei den französischen Untersuchungen eine erhöhte elektrische Leitfähigkeit der Luft festgestellt. Daß die Rutengänger in ihrer Zuverlässigkeit sehr verschieden zu beurteilen sind, ist bekannt. Gerade aus diesem Grunde ist das Ziel, durch luftelektrische Messungen, die Arbeit der Rutengänger schließlich kontrollieren zu können, besonders erstrebenswert.

Dr. G. Lehmann.

[9] Sprecher, Die Wünschelrute. Mitt. d. Vergg. Kant.-schweiz. Feuerversicherungsanst. 1932, H. 3, S. 141.

[10] Umschau, H. 13 vom 3. IV. 1920, S. 245.

Starkstromkabel mit abgedichtetem Leiter.

Das Wandern der Tränkmasse ist bei Starkstromkabeln eine bekannte und unliebsame Erscheinung. Es wird hervorgerufen durch die Temperaturerhöhungen im Betrieb und den verhältnismäßig hohen Ausdehnungskoeffizienten der Tränkmasse und tritt besonders stark in Kabelanlagen mit merklichen Höhenunterschieden auf. Abgesehen von den Beilaufsträngen der Gürtelkabel, welche ja bei Einleiter- sowie bei Dreimantelkabeln fehlen, bieten die Hohlräume im Leiterseil den Weg geringsten Widerstandes für die wandernde Masse. Ihr Rauminhalt entspricht etwa demjenigen der Tränkmasse im Kabeldielektrikum und übertrifft diesen erheblich bei Kabeln großen Leiterquerschnitts und geringer Isolationsstärke. Dieser Überschuß an Tränkmasse kann nun durch Abdichtung der Oberfläche des Leiterseiles erspart werden[1]. Billiger als ein über das Leiterseil gepreßter Bleimantel ist ein Verfahren, nach welchem die Seiloberfläche mit einer elastischen, ölfesten Masse umgeben und auf diese ein dünnes Metallband gelegt wird. Der Schmelzpunkt dieser Abdichtungsmasse muß erheblich über demjenigen der Kabeltränkmasse liegen; sie darf sich ferner in der letzteren nicht lösen und muß hinreichend geschmeidig sein. Mit diesem Mittel kann man das Wandern der Tränkmasse und ihr Austreten aus den Endverschlüssen wirksam verhindern.

Eg.

[1] H. Mayer, BBC-Nachr. Bd. 18, S. 178.

RUNDSCHAU.

Leitungen.

Betriebserfahrungen mit „selbstreinigenden" und „verschmutzungsicheren" Kettenisolatoren. — An Ketten aus Sonderisolatoren[1] und aus Kappenisolatoren der üblichen Formgebung, die nach einer reinigungslosen Betriebszeit von 2½ ··· 13 Monaten aus mehreren durch Schmutzniederschläge stark gefährdeten 100 kV-Leitungen von 3 großen Überlandwerken ausgebaut worden sind, sind im Höchstspannungs-Versuchsfeld der Hescho vergleichende Nachprüfungen vorgenommen worden. Hierbei wurde als Maßstab für die Bewertung der unter gleichen Bedingungen eingebaut gewesenen Isolatoren ihre „Gütezahl", d. h. das prozentuale Verhältnis ihrer Nebelüberschlagspannung nach dem Ausbau zu ihrer Nebelüberschlagspannung vor dem Einbau, ermittelt.

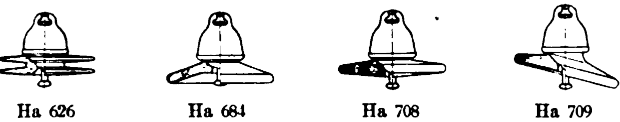
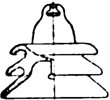


Abb. 1. Sonderisolatoren gegen lose anhaftende, staubartige Verschmutzungen.

Bei zwei Überlandwerken, bei denen staubartige Niederschläge auftreten, so daß mit einer merklichen „Selbstreinigung" der Isolatoren durch Wind und Regen gerechnet werden konnte, waren neben Kappenisolatoren der Größe K 3 zum Vergleich glatte Sonderisolatoren nach Abb. 1 eingebaut worden. Bei der Nachprüfung an sechsgliedrigen Ketten, die 6 Monate im Betrieb gewesen waren, wurden an solchen aus Sonderisolatoren Ha 684 bzw. Ha 709 Gütezahlen von 65 ··· 71 %, an solchen aus Normalisolatoren Gütezahlen von 30 und 42 % festgestellt. Nach einer 12monatigen Einbauzeit wiesen sechsgliedrige Ketten aus den vorgenannten Sonderisolatoren Gütezahlen von 88 ··· 100 % auf, während an einer Vergleichskette aus Normalisolatoren eine Gütezahl von 52 % ermittelt wurde. Diese Zahlenwerte lassen deutlich den weit stärkeren Einfluß der Selbstreinigung bei den Sonderisolatoren erkennen.

Gleichartige Ergebnisse lieferte die Nachprüfung von Ketten, die 13 Monate lang in der Nähe eines Braunkohlen-Kraftwerkes im Betrieb gestanden hatten. In diesem Falle wurden an 2 achtgliedrigen Ketten aus Sonderisolatoren Ha 626 bzw. Ha 709 Gütezahlen von 65 und 79 %, an 2 neungliedrigen Ketten aus Sonderisolatoren Ha 708 und Ha 709 Gütezahlen von 80 und 63 % und an einer zehngliedrigen sowie an einer neungliedrigen Kette aus Normalisolatoren Gütezahlen von 32 und 39 % ermittelt.

Bei dem dritten Überlandwerk wurden, da es sich um fest anbackende Schmutzniederschläge handelte, Sonderisolatoren nach Abb. 2 eingebaut, die einen großen Kriechweg und durch Schirme gegen Schmutzablagerungen gut geschützte Räume besitzen. Bei der Nachprüfung nach einer achtmonatigen Einbauzeit wurden an 2 fünfgliedrigen Ketten Gütezahlen von 70 und 74 %, an 2 sechsgliedrigen Ketten solche von 71 und 75 % festgestellt. Trotz der für die starke Verschmutzungsgefahr langen Einbauzeit wäre demnach auch bei weiterem Hängenlassen in ungesäubertem Zustand eine Überschlaggefahr noch nicht zu befürchten gewesen.



Ha 761

Abb. 2. Sonderisolator gegen fest anbackende Verschmutzungen.

Als Gesamtergebnis ist festzustellen, daß sich die der Eigenart der Verschmutzungsgefahr angepaßte Formgebung der Sonderisolatoren als sehr wirksam erwiesen hat und bei staubartigen Niederschlägen die kostspielige Reinigung von Hand vielfach ganz überflüssig macht, während sie in schwereren Fällen oder bei fest anbackenden Verschmutzungen die zeitlichen Abstände für eine künstliche Reinigung sehr erheblich vergrößert. (F. Obenaus, Mitt. Hermsdorf-Schomburg-Isol. 1932, S. 2023.) *Wal.*

[1] ETZ 1931, S. 273.

Elektromaschinenbau.

Nomogramm zur Bestimmung des Rotor-Wicklungsfaktors. — Bei der Berechnung von Drehmomenten für Asynchronmaschinen, besonders beim Auftreten von Rotoroberfeldern in Kurzschlußankern, begegnet man häufig dem Ausdruck für das Quadrat des Rotor-Wicklungsfaktors $f_n^2 = \frac{\sin^2\left[n\frac{\pi}{Z}\right]}{\left(n\frac{\pi}{Z}\right)^2}$. Darin bedeutet n die Ordnungszahl des Oberfeldes, Z die Stabzahl des Rotors. Zur schnellsten und genauen Ermittlung dieses Ausdruckes dient das Nomogramm nach Abb. 3. Es besitzt drei

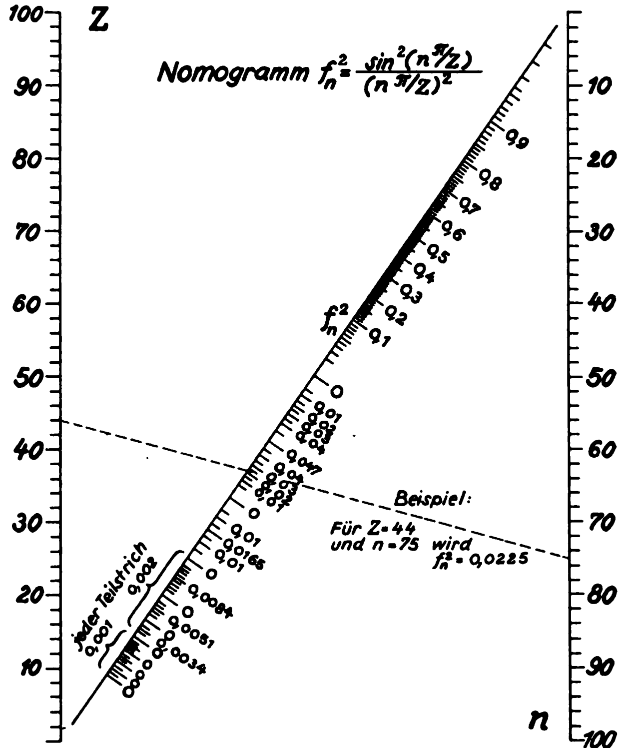


Abb. 3.

Z-förmig angeordnete Leiterträger, von denen die beiden äußeren, parallel laufenden, nach n und Z beziffert sind, während die mittlere Leiter das Ergebnis zeigt. Die Ablesung erfolgt in bekannter Weise durch Verbinden zweier gewählter Größen (n und Z) durch eine Gerade und Ablesen des Ergebnisses als Schnittpunkt dieser Geraden mit der mittleren Leiter. O. Hudetz.

Experimentelle Untersuchungen des Skineffektes. — C. Schenfer und A. Moskwitin haben sich die Aufgabe gestellt, auf experimentelle Weise die Verteilungskurven der Stromdichte und der Streuinduktion für verschiedene Höhen des Leiters in der Nut aufzuklären. Zur Messung der Streuinduktion wurde in die Nut neben den Leiter eine schmale, lange Spule aus feinem Kupferdraht eingebracht und an einen Oszillographen angeschlossen. Mittels Zahntriebs war die Spule mit der Welle des Oszillographen gekuppelt und wurde entsprechend der Trommeldrehung langsam längs der Höhe der Nut verschoben.

Zur Auffindung der Stromdichteverteilung wurden zwei federnde Spitzenkontakte verwendet, welche an einer harten Pappe befestigt und durch bifilar gewundene Leiter mit der Oszillographenschleife verbunden waren. Die Kontakte glitten auf der Seitenfläche des Leiters in der Nut, die Oszillographenschleife zeichnete den Ohmschen Spannungsabfall zwischen den Spitzen auf, welcher der Stromdichte in der gegebenen Leitungsfaser proportional ist. Die Pappe war wieder mechanisch mit der Welle der

Oszillographentrommel verbunden. Die für verschiedene Frequenzen (12,5, 25, 50 und 100 Hz) erhaltenen Oszillogramme veranschaulichen, wie mit wachsender Frequenz die Ungleichmäßigkeit der Stromdichteverteilung immer stärker wird. Nach Oszillogrammen wurden zwei Kurven bestimmt, die den Ungleichmäßigkeits-Koeffizienten γ gleich dem Verhältnis der Stromdichten am oberen bzw. unteren Rand des Leiters, $\gamma = I_{s\,max}/I_{s\,min}$, als Funktion der Frequenz f darstellen. Der Koeffizient wurde auch theoretisch berechnet. Zahlentafel 1 ermöglicht einen Vergleich der Ergebnisse.

Zahlentafel 1. Ungleichmäßigkeits-Koeffizient γ als Funktion der Frequenz (Nut 9,5 · 30 mm).

	f in Hz	12,5	25	50	100
Kupferleiter 5 · 28 mm	gemessen	1,32	2,0	3,82	8,94
	berechnet	1,4	2,16	4,0	9,06
Kupferleiter 2 · 28 mm	gemessen	1,04	1,1	1,35	2,24
	berechnet	übereinstimmend			

(C. Schenfer u. A. Moskwitin, Arch. Elektrotechn. Bd. 24, H. 6, S. 693.)

Beleuchtung.

2. Internationaler Kongreß für Lichtforschung. — Vom 14. bis 18. August tagte der 2. Internationale Kongreß für medizinisch-biologische Lichtforschung in Kopenhagen, der Stadt des Schöpfers der modernen Lichttherapie, Niels Finsen. Nachdem in der Eröffnungsitzung unter Anwesenheit des dänischen Kronprinzen und der Spitzen von Behörden und Wissenschaft Niels Bohr, der Vater der Atomtheorie, einen tiefgründigen, ans Philosophische grenzenden Vortrag über das Thema „Licht und Leben" gehalten hatte, nahmen in den folgenden Tagen die wissenschaftlichen Vertreter zahlreicher Nationen, u. zw. Mediziner, Biologen, Physiker und Meteorologen in fruchtbarem Gedankenaustausch zu den aktuellen Fragen der Lichtforschung in einer großen Zahl von Vorträgen und Diskussionen Stellung.

Der Einfluß des Lichtbades in der Tuberkulose wurde in seine spezifischen und unspezifischen Faktoren zerlegt und durch eine Reihe von Forschern in seinen Entstehungsursachen, speziell hinsichtlich der Vorgänge in der menschlichen Haut besprochen. Eine Führung durch das vorzüglich eingerichtete Finsen-Institut unter seinem jetzigen Leiter, dem Vorsitzenden des Kongresses, Axel Reyn, vermittelte den Kongreßteilnehmern ein Bild von der segensreichen Wirkung der Lichttherapie bei der Tuberkulose.

Als zweites Hauptthema war die Frage gewählt, inwieweit sonnenklimatische Forschungen, speziell die fortlaufende Registrierung der Ultraviolett-Strahlung der Sonne an verschiedenen meteorologischen Stationen geeignet sind, für die öffentliche Gesundheitspflege maßgebend zu sein. Man kam zu dem Resultat, daß in Zukunft beim Bau von Krankenhäusern, Sanatorien usw. sowie bei der Wahl der Lage für neue Kurorte der Licht-Klima-Forscher von den Behörden zu Rate gezogen werden soll.

Einen breiten Raum nahm ferner das Problem der Nützlichkeit bzw. Schädlichkeit der Pigmentierung (Hautbräunung) bei der Lichtbehandlung ein. Überwiegend kam die Ansicht zum Ausdruck, daß bei der Therapie die Bräunung vermieden und, wenn entstanden, durch Pausen in der Bestrahlungserie wieder zurückgebildet werden muß. Auch über die Frage der Maßeinheit für Ultraviolett-Dosen, etwa in der Art der neuerdings vereinheitlichten Röntgen-Dosis-Messung, wurde viel diskutiert, allerdings ohne daß dieses Problem jetzt schon als gelöst anzusehen ist.

Außerhalb dieser Hauptthemen gaben einzelne Vorträge Kenntnis von der Entwicklung auf dem Gebiet der Ultraviolett-Meßtechnik (Dosierung) und der Herstellung künstlicher Bestrahlungs-Lichtquellen. In diesen Vorträgen kamen wiederholt Fragen zur Sprache, die sich auf einen Vergleich zwischen künstlichen Lichtquellen und der Sonne beziehen. Die Forschungsergebnisse zeigen, daß das Strahlengemisch von Lichtquellen mit Wärme, Licht und nicht zu kurzwelligem Ultraviolett in weitem Maße den Anforderungen entspricht, die nach dem heutigen Stande der Wissenschaft an eine Strahlenquelle mit sonnenähnlichem Charakter zu stellen sind. Es kam demzufolge zum Ausdruck, daß es von wesentlicher Bedeutung ist, was für eine Art von Licht, ob kurzwellig oder langwellig, auf den Menschen einwirkt. Die Anwendung des Ultravioletts, wie es von starken Ultraviolettlampen geliefert wird, sollte allgemein nur dem Arzt vorbehalten bleiben, der weiß, in welchen Fällen und in welchen Mengen sie angewendet werden dürfen, damit sie keinen Schaden stiften. Diejenigen Lampen jedoch, die neben sichtbarem Licht nur in milden Mengen Ultraviolett enthalten, können auch von Laien und von Gesunden angewandt werden, um die natürliche Sonne in gewissen Grenzen zu ersetzen. *Ty.*

Heizung. Öfen.

Die Entwicklung der Elektrogroßküche in der Schweiz. — Ende 1931 bestanden in der Schweiz 636 elektrische Großküchen mit einem Anschlußwert von 23 154 kW. Davon waren 596 reine Elektroküchen, d. h. gewerbliche Anlagen mit einem Kochherd oder -kessel von mindestens 10 kW, und 40 gemischte Küchen, nämlich solche gewerbliche Anlagen, in denen der Anschlußwert wenigstens 20 kW beträgt und auch nichtelektrische Feuerungsarten regelmäßig verwendet werden. Während die Zahl der Elektrogroßküchen bis 1928 nur langsam gestiegen war (vor 1920 gab es deren lediglich 27 mit 1565 kW), setzte in diesem Jahr eine starke Entwicklung ein, die A. Härry auf die Vervollkommnung der Apparate, Anpassung der Tarife und besonders auf die mit den Elektrogroßküchen gemachten guten Erfahrungen sowie intensivere Werbung zurückführt. 1930 betrug die Zunahme 120 (4299 kW), 1931 sogar 197 (6710 kW). Am Schluß dieses Jahres entfielen 332 Großküchen (10 026 kW) auf Hotels und Restaurants, davon 451 kW auf vier Hotels der Jungfraubahn, 184 (7862 kW) auf Anstalten, 60 (3070 kW) auf Spitäler und ebensoviel (2196 kW) auf andere gewerbliche Betriebe, unter denen fast ausschließlich Metzgereien zu verstehen sind. Härry glaubt annehmen zu können, daß in der Schweiz rd. 30 000 Großküchen betrieben werden; da von diesen Ende 1931 aber erst 2,13 % elektrisiert waren, rechnet er mit einer noch starken weiteren Entwicklung der Elektrogroßküche. (A. Härry, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 23, S. 190.) *fm.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Elektrischer Betrieb auf der Strecke Hirschberg—Schmiedeberg—Landeshut. — Am 9. XII. 1932 ist der elektrische Betrieb auf der Strecke Hirschberg—Schmiedeberg—Landeshut aufgenommen worden. Damit ist auch die zweite der von Hirschberg aus in das Riesengebirge führenden Linien in den elektrischen Betrieb einbezogen worden. Die Strecke erschließt das östliche Riesengebirge und überschreitet in einer Höhe von 634 m über N0 in einem 1 km langen Tunnel den Schmiedeberger Kamm. Die Strecke ist insgesamt 40 km lang. Die Personenzüge werden ebenso wie auf den übrigen Seitenlinien der schlesischen Gebirgsbahnen in Zukunft als Triebwagenzüge gebildet.

Mit der Elektrisierung dieser Strecke umfaßt das elektrische Netz in Schlesien insgesamt rd. 293 km, u. zw. folgende Strecken:

Breslau Fbg.—Hirschberg—Schlauroth	207,79 km
Breslau Fbg.—Mochbern—Groß-Mochbern	7,90 „
Nieder Salzbrunn—Halbstadt	34,49 „
Ruhbank—Liebau	16,10 „
Hirschberg—Polaun	52,40 „
Hirschberg—Schmiedeberg—Landeshut	40,00 „
Lauban—Kohlfurt	21,75 „
Lauban—Marklissa	10,81 „
Gottesberg—Fellhammer Gtbf.	1,70 „

—sb—

Fernmeldetechnik.

Entwicklung eines Orts-Rundfunks auf 7 m-Welle. — F. Schröter zeigt an Hand der Ergebnisse von Versuchen in großem Maßstabe die Möglichkeit eines örtlich begrenzten Ultrakurzwellen-Rundfunks auch in großen und dicht bebauten Städten. Er zieht hierfür Wellenlängen von 10 ··· 1 m in Betracht. 1929 hat er die ersten Versuche in dieser Hinsicht mit einem selbsterregten Röhrensender ausgeführt, der im Voxhaus in Berlin aufgestellt war und mit einem mehrere Meter über dem Dache des Hauses befestigten Vertikaldraht von einer Länge gleich 0,25 der Wellenlänge als Strahler arbeitete. Mittels Superregeneration war hierbei mit dreifacher Niederfrequenzverstärkung noch Lautsprecherempfang bei 3,4 m Wellenlänge im Innern von Massivbauten bis zu 5 km Entfernung möglich. Ein zweiter Sender mit 60 W für 3,2 ··· 11,6 m Wellenlänge in Reinickendorf auf einem Dache ergab folgende Feststellungen: Die Absorption ist im dichten Häusermeer sehr beträchtlich und bei 3 m Wellenlänge beträchtlich größer als bei 7 m. Bei 8 m Wellenlänge wirkt nicht

nur direkte bzw. gebeugte Strahlung sondern auch aus dem Raum zurückkehrende Energie beim Aufbau des entfernteren Feldes mit. Die Frage des Mitwirkens von Raumstrahlung ist in Hinsicht auf die dabei zu erwartenden Störungen durch Mehrfachzeichen und Echos besonders für den Fernseh-Rundfunk wichtig. Ein neuer durch Kristall gesteuerter Sender im Telefunken-Bildlaboratorium arbeitet darum jetzt mit 7 m Wellenlänge.

Anzustreben bleiben beim Ultrakurzwellen-Rundfunk starke Sender und hochgelegene Strahler und ferner die zweckmäßigste Bündelung bzw. Abschirmung der Wellen nach folgenden Gesichtspunkten: Weitgehende Verhütung der nach oben gerichteten unnützen Emission; Abblendung der vom Strahler steil nach unten ausgesandten Energie, damit der bisherige Rundfunkempfang auf andern Wellen in der Umgebung des Senders unbeeinträchtigt bleibt; zweckmäßigste Verteilung der Feldstärke innerhalb des Nutzkegels. Hinsichtlich des Empfängers ist der Netzanschluß des Audions noch durchzubilden. (Die Schaltung des Audions zeigt der Verfasser in einer Abbildung. In zwei Kurventafeln zeigt er auch den errechneten Abfall der Feldstärke der 7 m-Welle als Funktion des Empfangsabstandes zwischen 1 und 10 km bei 5, 10, 15 und 19 m Antennenhöhe des Empfängers sowie bei 30, 50, 100 und 150 m Antennenhöhe des Senders.) Trotz der bisherigen Ergebnisse und Fortschritte steht die Orts-Rundfunktechnik noch ganz am Anfange ihrer Ausbildung. (F. Schröter, Elektr. Nachr.-Techn. Bd. 8, S. 431.) *Schbg.*

Der Schacktograph. — Kurz vor der diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse wurde der Öffentlichkeit unter dem Namen „Schacktograph" ein elektroakustisches Koffergerät übergeben. Es handelt sich um eine Sprechmaschine in einer Kofferform für die elektrische Wiedergabe von Schallplatten, die auch gleichzeitig für die Selbstaufnahme von Schallplatten, für den normalen Rundfunkempfang und auch für die Aufnahme von Rundfunksendungen auf Schallplatten eingerichtet ist.



Abb. 4. Der Schacktograph.

Das Gerät (Abb. 4) enthält einen Rundfunkempfänger, einen dreistufigen Kraftverstärker von 2,5 W Sprechleistung, einen Wechselstrom-Synchronmotor, einen Schallplattenteller, einen elektrischen Tonabnehmer, einen elektrischen Tonschreiber und einen elektrodynamischen Lautsprecher (im Deckel). Außerdem gehört zum Gerät noch ein hochwertiges Mikrophon; auch ist der Anschluß eines zweiten elektrodynamischen Lautsprechers möglich. Für die Schallplatten-Aufnahme werden biegsame Gelatineplatten von 25 cm Dmr. verwendet, die mit einer Spezialstahlnadel, einem Saphir oder einem Diamant gezeichnet werden können. Die Bedienung ist außerordentlich einfach; für den Übergang von der Schallplatten-Aufnahme zur -Wiedergabe brauchen keine mechanischen Teile ausgewechselt zu werden; es ist vielmehr nur ein Umschalter zu betätigen, der auch die Einstellung auf Rundfunkempfang ermöglicht. Der Betriebstrom wird dem Wechselstrom-Lichtnetz von 110, 127 oder 220 V entnommen. Der Netzteil liefert auch den Erregerstrom für den zweiten elektrodynamischen Lautsprecher. Das Gerät wird von der Schacktograph G. m. b. H., Berlin W 62, hergestellt. *F. N.*

Jahresversammlungen, Kongresse, Ausstellungen.

Hauptversammlung des Verbandes der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie in Rumänien. — In Bukarest tagte die Hauptversammlung des Verbandes der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie in Rumänien unter dem Vorsitz des Präsidenten Stefanescu Radu, Direktor des Elektrizitätswerkes Bukarest.

Dem Tätigkeitsbericht ist zu entnehmen, daß zahlreiche Interventionen und Vorschläge betreffend die Änderung verschiedener Gesetze wie: Energiegesetz, Wegegesetz, Sanitätsgesetz, Rundfunkgesetz gemacht sind. Der Sektion II, Hermannstadt (Sibiu), wird Anerkennung für die einwandfreie Zusammenstellung und Drucklegung der Statistik der Elektrizitätswerke Rumäniens für das Jahr 1931 gezollt. Des ferneren wird im Finanzbericht bemerkt, daß die frühere Vereinigung der Elektrizitätswerke der neuen Gebiete Rumäniens (Sitz in Hermannstadt) die beim Elektrizitätswerk Timişoara errichtete Glühlampenprüfstelle dem Verbande zum Geschenk vermacht hat.

Das Rundfunkgesetz wird als verfrüht bezeichnet. Der Präsident der Radiovereinigung teilt mit, daß die Rundfunkhörer nicht die Absicht hätten, den Elektrizitätswerken Schwierigkeiten zu bereiten, daß es vielmehr in beider Interesse sei, in gemeinsamer Arbeit die notwendigen Maßnahmen zur Entstörung des Rundfunks zu ergreifen. Eine Aufklärung der Konsumenten durch eine ausgedehnte Propaganda über die Verwendungsmöglichkeiten der Elektrizität wird als erforderlich bezeichnet.

In einer außerordentlichen Versammlung wird über die wirtschaftliche Lage der Elektrizitätswerke berichtet. Der Präsident weist darauf hin, daß der Ruin den Elektrizitätswerken droht, wenn sie durch eine falsche Strompreispolitik auf die Erneuerung und Instandhaltung der Anlagen verzichten, die Gefahr wird noch besonders erhöht durch die Nichtbezahlung der erheblichen Rückstände, die die staatlichen Institutionen bei den Elektrizitätswerken für gelieferte elektrische Energie haben.

Der Vizepräsident führt aus, daß zahlreiche Elektrizitätswerke in der Nachkriegszeit bedeutende Investitionen mit teurem Kapital machen mußten, um die Anlagen in Ordnung zu bringen, er schließt seine Ausführungen damit, daß es verhängnisvoll wäre, wenn die Behörden mit dazu beitragen würden, die Elektrizitätswirtschaft in Rumänien durch eine erzwungene Strompreissenkung zugrunde zu richten.

Die Versammlung nahm folgenden Schlußantrag an: Der Verband der Erzeuger und Verteiler elektrischer Energie in Rumänien hat in der am 30. X. 1932 in Bukarest abgehaltenen außerordentlichen Generalversammlung die mißliche Lage behandelt, in der sich die Elektrizitätswerke infolge der allgemeinen Krise befinden, die durch die Nichtbezahlung der gelieferten elektrischen Energie von seiten der öffentlichen Behörden noch mehr verstärkt wird. Die Versammlung beauftragt den Ausschuß mit der Abfassung eines aufklärenden Exposés, das sich auf die gepflogenen Beratungen stützt, und welches den kompetenten Stellen vorgelegt werden soll.

Was die Erhebung der Staatschulden anbelangt, bevollmächtigt die Versammlung den Ausschuß, neuerlich in dieser Angelegenheit zu intervenieren; falls kein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden kann, wird beschlossen, daß sämtliche Elektrizitätswerke den Behörden elektrische Energie nur bei vorheriger Bezahlung liefern sollen. *Th.*

Energiewirtschaft.

Der Kohlenverbrauch der Elektrizitätswerke 1931. — Die AG. Reichskohlenverband gibt in ihrem Geschäftsbericht für 1931/32 einen Überblick über die Kohlenförderung der Welt und den Kohlenverbrauch. Im Jahre 1931 betrug die gesamte Stein- und Braunkohlenförderung der Welt 1234,6 (1930: 1408,2; 1929: 1554,4) Mill metr. Tonnen. Damit ist die Förderung erstmalig seit 1923 wieder

unter den Vorkriegstand gesunken. Der Anteil der Steinkohlenförderung an der Gesamtförderung ist wiederum etwas zugunsten der Braunkohlenförderung zurückgegangen und beträgt 85,2 %. Die deutsche Förderung an Steinkohlen ging auf 118,6 (142,7 bzw. 163,4) Mill metr. Tonnen und diejenige an Braunkohlen auf 133,3 (146,0 bzw. 174,5) Mill metr. Tonnen zurück.

Der Gesamtverbrauch an Brennstoffen, auf Steinkohle umgerechnet, betrug während des Jahres 1931 in Deutschland 10,11 (11,25 bzw. 14,01) Mill t, wovon 7,59 (8,63 bzw. 10,73) Mill t auf die Steinkohle entfallen. Der Bericht gibt sodann weiter eine Übersicht über die Verbrauchsentwicklung wichtiger Industriegruppen.

Der Verbrauch bei den Elektrizitätswerken ist weit stärker zurückgegangen, als es dem Durchschnitt des deutschen Verbrauchs entspricht. In Steinkohleneinheiten umgerechnet wurden insgesamt 7,68 (9,71) Mill t, d. h. — 20,9 %, Brennstoffe verbraucht. Der Anteil der Elektrizitätswerke am deutschen Gesamtverbrauch ist auf 7,0 (8,0) % zurückgegangen. Auf die einzelnen Kohlenarten verteilt sich der Verbrauch wie folgt:

in 1000 t	1930	1931	Veränderung
Steinkohlen	4 523	3 535	— 21,8 %
Koks	74	85	+ 14,9 %
Braunkohlen	21 767	17 204	— 21,0 %
Braunkohlenbriketts, Pechkohlen und tschechische Braunkohlen	383	311	— 18,8 %

Demnach ist der Verbrauch an Steinkohlen und an Braunkohlen ungefähr gleichmäßig zurückgegangen, während der an sich geringe Verbrauch an Koks etwas gestiegen ist. *Pl.*

Die staatlichen Kraftwerke Schwedens im Jahre 1931[1]. — Die staatliche Kraftwerksverwaltung weist für das Jahr 1931 bei einem investierten Kapital von 230,9 Mill. RM[2] (davon 22,9 Mill RM aufgespeicherte Zinsenverluste) einen Ertrag von 11,46 Mill RM auf. Zur Verzinsung des Anlagekapitals nach einem mittleren Zinsfuß von 4,94 % der in Anspruch genommenen Staatsanleihen bzw. mit 4 % für die von jeher als Staatseigentum betrachteten Wasserfälle werden 11,27 Mill RM aufgewendet, so daß der Reingewinn 0,187 Mill RM beträgt.

Die installierte Generatorleistung erhöhte sich auf 35 900 kW (34 600), die Stromlieferung aus eigenen und gekuppelten Kraftwerken ging dagegen auf 1603 Mill kWh (1673 Mill kWh i. V.) zurück, sie wurde mit 20,27 (20,32) Mill RM verrechnet. Die Länge der Fernleitungen mit 1,5 kV Spannung und mehr erhöhte sich auf 6919 (6810) km, die Anzahl der eigenen Unterwerke um 19. Die Stromlieferung verteilt sich nach dem Verwendungszweck, wobei die geschätzten Übertragungsverluste mit eingerechnet worden sind, wie folgt:

	1931	1930
	Mill. kWh	
Bürgerliche Zwecke	630	610
Bahnbetriebe	160	170
Große Papierfabriken, Gruben	440	435
Elektrochemische und elektrothermische Industrie	285	400
Elektrische Dampferzeugung	90	60
	1605	1675

An die Landwirtschaft wurden dabei etwa 22 Mill kWh bei rd. 555 000 ha Ackerboden geliefert und nach einem Durchschnittspreis von 5,4 Rpf/kWh verrechnet. Der mittlere Preis für die gesamte abgegebene Energie beträgt dagegen 1,4 Rpf/kWh. Das Dampfkraftwerk Västerås hatte bei den günstigen Wasserverhältnissen nur 0,4 % der Gesamterzeugung der gekuppelten Kraftwerke des Zentralblockes zu liefern. Durch einen schweren Schneesturm wurden am 15. Dezember 1931 die Fernleitungen im östlichen Gebiet vom Kraftwerk Älvkarleby schwer betroffen, so daß für dieses Kraftwerk 40 % der im ganzen Jahr verlorenen Betriebszeit von diesem Sturm herrührten. Auf Grund der Elektrisierung der Staatsbahn Stockholm—Malmö—Trälleborg werden neue Stammfernleitungen Hallsberg—Eksund 132 kV und Motala—Mjölby—Nässjö 77 kV (später 132 kV) gebaut. In mehreren Unterwerken wurden zur Spannungsregelung unter Last Windurgschalter und auch statische Kondensatoren (Bauart Sievert) aufgestellt. Die Arbeiten am Göta-Älv-Fluß mit Wochenregulierung und die Errichtung des Kraftwerkes Wargön wurden mit rd. 200 Mann hergestellt. Die Kraftwerke Malfors und Sillre befinden sich ebenfalls im Bau. *Hldn.*

[1] Vgl. ETZ 1932, S. 352.
[2] 1 RM = 1,35 Kr (Dez. 1932).

AUS LETZTER ZEIT.

Neue Triebwagen. — Die Abnahmefahrten, welche die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft mit dem neuen Schnelltriebwagen der Firma Maybach in Friedrichshafen vorgenommen hat, sind günstig verlaufen. Der Wagen hat eine dieselelektrische Einrichtung und eine Länge von 42 m. Die mit ihm erzielte Geschwindigkeit betrug 150 km/h, wobei eine gute Bremssicherheit des Wagens festgestellt wurde. Der Wagen hat darauf zwischen Berlin und Hamburg Probefahrten ausgeführt, wobei die 287 km lange Strecke in 142 min, d. h. mit 122 km/h durchfahren wurde. Die Probefahrten werden fortgesetzt. Man wird bei diesem neuen Verkehrsmittel an die Schnellbahnversuche auf der Militärbahn nach Zossen erinnert, die bei 210 km/h stattfanden, und an die sich Hoffnungen auf eine Nutzanwendung auf der Strecke Berlin—Hamburg knüpften.

Mainkraftwerk Frankfurt a. M.-Griesheim im Betrieb. — Am 1. XI. d. J. wurde die bei Griesheim gelegene Staustufe des Untermains in Betrieb genommen. Die Ausbauwassermenge beträgt rd. 194 m^3/s und das Normalgefälle 3,25 m. Die auf Grund vertraglicher Abmachungen an die Städtischen Elektrizitätswerke Frankfurt a. M. jährlich abzugebende Energie beläuft sich auf 25 Mill kWh.

Plan eines Kraftwerkes am Columbia-Fluß. — Der Columbia-Fluß in Washington, V. S. Amerika, umschließt in großem Bogen ein Gebiet, dessen landwirtschaftliche Nutzung durch große Trockenheit gehemmt wird. Nach einem Plan des Bureau of Standards soll eine Talsperre von 126 m Höhe und 1240 m Länge errichtet werden sowie ein Kraftwerk mit 15 Turbinensätzen für 105 000 kW. Ein Teil der elektrischen Energie wird verkauft, ein anderer einem Pumpwerk zugeführt, das 450 m^3/s Wasser in ein 110 m höher gelegenes Sammelbecken drückt. Von diesem Becken aus werden 4000 km^2, von einer zweiten Pumpanlage aus 800 km^2 mit natürlichem Gefälle bewässert. Die Kosten der Anlage sind auf 400 Mill Dollar veranschlagt.

Die Kraftwerke auf Madagascar. — Die Firma „Alsthom“ hat auf der Insel Madagascar einige Kraftanlagen fertiggestellt, die in Anbetracht der dabei überwundenen klimatischen und Transportschwierigkeiten ein gewisses Interesse beanspruchen: Das Wasserkraftwerk Antélomite wurde im März 1930 in Betrieb genommen und arbeitet mit einer Wassermenge von 20 m^3/s bei einem Gefälle von 18,5 m. Die beiden Generatoren zu je 1700 kVA beliefern die Hauptstadt Tananarive, während das Werk Volobé seit März 1932 den Haupthafen Tamatave versorgt. Die Maschinenleistung beträgt im letzteren Falle 2 · 1900 kVA, die Spannung der Fernleitung 35 kV, im ersteren Falle 25 kV. Die dritte Anlage ist das Pumpwerk in Tamatave mit 4 Pumpensätzen von 2 · 40 PS und 2 · 16 PS, seit Ende 1930 im Betrieb.

Der Lorenz-Rundfunksender Trier. — In Trier wird der Rundfunksender, der früher in Leipzig stand und jetzt dort durch den neuen 150 kW-Großsender ersetzt ist, zur Aufstellung kommen. Er wird vorher vollkommen überholt und teilweise umgearbeitet, um ihn dem neuesten Stande der Technik anzupassen. Der Sender arbeitete früher in 3 Stufen. Die 1. Stufe lief selbsterregt und erzeugte die Schwingungen. Die 2. Stufe arbeitete als Verstärker. Die Endstufe wurde mit einer Eisendrossel moduliert, sie erhöhte gleichzeitig die Schwingleistung auf 2,4 kW. Dort sind acht 1,5 kW-Röhren parallel geschaltet.

Der Hauptunterschied des neuen Senders Trier ist, daß er nicht mehr selbsterregt läuft, sondern als Gleichwellensender mit Frankfurt arbeitet.

Funkfernverkehr. — Zwischen Rom und Kairo ist ein regelmäßiger öffentlicher drahtloser Überseeverkehr eingerichtet worden.

Tiefsee-Fernsehen. — Der Tiefseeforscher Hartmann hat vor kurzem ein Gerät erfunden, das geeignet ist, die auf dem Meeresboden oder in größeren ozeanischen Tiefen sich abspielenden Vorgänge im Bilde festzuhalten und photographisch wiederzugeben. Hierbei handelt es sich um eine interessante Anwendung des Fernsehens. Da es dem Menschen nicht möglich ist, in solche Tiefen hinabzusteigen, versenkt der Beobachter an Bord eines Schiffes den Fernsehsender in die Tiefe des Meeres. Das Bild, das der Apparat dort unten aufnimmt, erscheint an Bord auf einem Schirm, der in einem verdunkelten Raum des

Schiffes untergebracht ist. Auch die kinematographische Aufahme der Szenen aus den Tiefen der See ist einfach durchzuführen. (J. télégr. Bd. 56, S. 276.) *Gth.*

GEWERBLICHER RECHTSSCHUTZ.

Eine wichtige Änderung der Praxis des Patentamtes im Erteilungsverfahren. — Bekanntlich wird durch einen Einspruch gegen die Erteilung eines Patentes das Prüfungsverfahren durch die Anmeldeabteilung fortgesetzt. Es erstreckt sich hierbei die Prüfung nicht nur auf das von dem Einsprechenden geltend gemachte Material, vielmehr können auch solche Tatsachen und Erwägungen Berücksichtigung finden, die von der Anmeldeabteilung selbst festgestellt sind. Auch wenn ein nach dem Gesetz unzulässiger Einspruch vorliegt oder der Einsprechende im Laufe des Verfahrens seinen Einspruch zurückzieht, muß die Anmeldeabteilung von Amts wegen in gleichem Umfange tätig werden. Maßgebend hierfür ist die seit jeher herrschende Auffassung, daß es sich beim Erteilungsverfahren um ein an das Vorbringen der Beteiligten nicht gebundenes Offizialverfahren handelt. Nach der bisherigen, jahrzehntelangen Übung des Reichspatentamtes war zwar die Beschwerdeabteilung, die über die Beschwerde eines Einsprechenden gegen den Erteilungbeschluß der Anmeldeabteilung zu entscheiden hatte, ebenso wie die Anmeldeabteilung berechtigt, das Prüfungsverfahren in vollem Umfange wieder aufzunehmen, ohne an die Anträge des Beschwerdeführenden oder an das von ihm vorgebrachte Material gebunden zu sein. Hatte aber der Einsprechende seine Beschwerde zurückgezogen, so war nach der bisher herrschenden Auffassung der Beschwerdeabteilung der Boden für eine weitere Tätigkeit entzogen mit dem Ergebnis, daß der Erteilungsbeschluß der Anmeldeabteilung formelle Rechtskraft erhielt. Diese Praxis ist nun durch eine Entscheidung des Großen Senates des Reichspatentamtes vom 18. X. 1932 endgültig aufgegeben.

Zwar hatte bereits eine Beschwerdeabteilung durch die Entscheidung vom 18. V. 1932 sich für verpflichtet gehalten, das Prüfungsverfahren fortzusetzen, obwohl der Einsprechende die gegen den Patenterteilungsbeschluß eingelegte Beschwerde zurückgezogen hatte. Aus naheliegenden Gründen hat diese zu einer jahrelangen Übung des Patentamtes im Widerspruch stehende Entscheidung zu lebhaften Auseinandersetzungen in Fachzeitschriften geführt. Erfreulicherweise hat sich die Gelegenheit geboten, diese Frage durch den Großen Senat des Reichspatentamtes entscheiden zu lassen, so daß nunmehr mit einer zwar neuen, aber einheitlichen Behandlung dieser Frage zu rechnen ist.

Der Große Senat hat entschieden, daß das Beschwerdeverfahren gemäß § 26 des Patentgesetzes durch Zurückziehung der Beschwerde des Einsprechenden nicht beendet wird. Eine eingehende Würdigung der Entscheidung des Großen Senates würde über den Rahmen dieser Ausführungen hinausgehen. Zum allgemeinen Verständnis sei lediglich der Grundgedanke angegeben, von dem sich der Große Senat bei seiner Entscheidung scheinbar hat leiten lassen. Er hebt hervor, daß es sich beim Patenterteilungsverfahren um ein Offizialverfahren handele, für das Grundsätze aus anderen Rechtsgebieten, insbesondere dem des Zivilprozesses, nur insoweit heranzuziehen seien, als ihre Anwendung entweder im Gesetz festliege oder mit dem Charakter des Erteilungsverfahrens im Einklang stehe. Anerkanntermaßen komme der Beschwerdeabteilung im Patenterteilungsverfahren nicht die Stellung einer Rechtsmittelinstanz zu, da der die Beschwerde einlegende Einsprechende nicht als Partei im eigentlichen Sinne zu gelten habe. Der Sinn des Patenterteilungsverfahrens ergebe für die Beschwerdeabteilung die Verpflichtung, unter allen Umständen, auch nach erfolgter Zurückziehung der Beschwerde des Einsprechenden, von sich aus darüber zu entscheiden, in welchem Umfange das nachgesuchte Patent zu erteilen sei.

Patentanwalt H. Leinweber, Berlin.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

Elektrotechnischer Verein.

(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Bekanntmachung.

Gastkarten zum Besuche der Vorträge usw. des Elektrotechnischen Vereins.

Ab 1. I. 1933 wird der Elektrotechnische Verein für Gäste, die seine Vorträge und Veranstaltungen besuchen wollen, **Dauerkarten** ausgeben. Diese Einrichtung ist in erster Linie bestimmt

a) für ältere Fachgenossen, die dem Elektrotechnischen Verein lange Jahre hindurch als Mitglieder angehört haben und nach dem Aufhören ihrer beruflichen Tätigkeit infolge der Not der Zeit auch einen ermäßigten Mitgliedsbeitrag nicht mehr bezahlen können, aber in persönlicher Fühlung mit den Fachkreisen und mit der Fachwissenschaft bleiben möchten;

b) für junge Fachgenossen, die sich noch in Anfangstellungen befinden und die Vorträge zu ihrer Fortbildung besuchen wollen, aber noch nicht in der Lage sind, den Mitgliedsbeitrag zu bezahlen.

Dauerkarten werden ausgegeben:

als Jahreskarte für das Kalenderjahr zum Preise von 8 RM,

als Halbjahreskarte für die Zeit vom 1. I. bis 30. VI. oder vom 1. VII. bis 31. XII. zum Preise von 4 RM.

Die Dauerkarten werden auf den Namen des Inhabers ausgestellt und sind nicht übertragbar. Sie berechtigen zum Besuch aller vom Elektrotechnischen Verein während eines Kalenderjahres veranstalteten Vorträge, Besichtigungen usw. Ferner ist beabsichtigt, die Inhaber der Karten von Fall zu Fall auch an den den Mitgliedern eingeräumten wirtschaftlichen Vergünstigungen teilnehmen zu lassen, z. B. ihnen den ermäßigten Bezug der Karten zu den Vortragsreihen und den Veröffentlichungen des E. V. einzuräumen.

Die Inhaber der Dauerkarten besitzen nicht die Mitgliedschaft des Vereins, erhalten daher nicht die ETZ und besitzen kein Stimmrecht.

Einzelne Vorträge können künftig von Nichtmitgliedern nur gegen Lösung einer Eintrittskarte von 1 RM besucht werden.

Diese Einrichtungen gelten vom 1. I. 1933 ab. Die Karten sind in der Geschäftstelle des Elektrotechnischen Vereins, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, erhältlich.

Elektrotechnischer Verein.
Der Vorsitzende:
Dr. Bücher.

Bericht

über die Fachsitzung für Elektromaschinenbau (EVM) am 1. März 1932 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vortrag

des Herrn Dr.-Ing. E. Kübler über das Thema:

„Das magnetische Gesamtfeld bei Drehstrommotoren. Streuung“

nebst Besprechung.

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. Kloss.

Der wesentliche Inhalt des Vortrags ist im Archiv für Elektrotechnik 1928, Bd. XXI, H. 4, veröffentlicht; ein Bericht über diese Arbeit ist in der ETZ 1929, S. 1205, er-

schienen. Der Vortragende versucht, die elektromagnetischen Vorgänge bei Drehstrommotoren mit Hilfe des magnetischen Gesamtfeldes direkt zu beschreiben, ohne von dem üblichen Verfahren der Übereinanderlagerung von Haupt- und Streuflüssen Gebrauch zu machen, und so das Problem der Streuung dadurch zu lösen, daß man es umgeht. Zuerst wird die Grundaufgabe behandelt, die Berechnung und Auswertung eines magnetischen Gesamtfeldes einer elektrischen Maschine für eine gegebene Stromverteilung im Ständer und im Läufer. Dann werden Beispiele für das magnetische Gesamtfeld von Drehstrommotoren mit Schleifringläufer und mit Käfigläufer gegeben, u. zw. für die Fälle des theoretischen Kurzschlusses und des Betriebs, ohne Berücksichtigung des Feldes der Stirnverbindungen. Zum Schluß wird der Weg gezeigt, wie man den Einfluß der Stirnverbindungen auf das magnetische Feld im aktiven Teil der Maschine berücksichtigen kann. Da dieser Einfluß in obigem Archivaufsatz noch nicht behandelt ist, wird über diesen Punkt folgendes ausgeführt:

Die Kurzschlußbedingungen für die gesamten Wicklungen eines Motors einschließlich Spulenkopf werden durch das Vorhandensein eines Stirnfeldes nicht beeinflußt. Sie lauten nach wie vor für jede kurzgeschlossene Läuferphase $\Psi_L = 0$. Da der Spulenkopf aber sicherlich einen Beitrag zum Spulenfluß im Sinne der Läuferströme liefert, so muß im aktiven Teil des Läuferkupfers ein gleich großer Spulenflußanteil im Gegensinn der Läuferströme, also im Sinne der Ständerströme, auftreten. Die Kurzschlußbedingung für den aktiven Teil des Motors lautet jetzt: $\Psi_{L\,Fe} = -\Psi_{L\,\tau}$, während sie ursprünglich gelautet hat: $\Psi_{L\,Fe} = 0$. Mit Hilfe der kleinen Zusatzdurchflutung im Ständer wird also der Spulenfluß der Läuferphasen nicht nur zu null gemacht, sondern man läßt den Ständer noch weiter überwiegen, so daß im aktiven Teil des Läuferkupfers ein Spulenfluß vom Betrag $-\Psi_{L\,\tau}$ entsteht. — Die Kurzschlußbedingung für die Ständerphasen einschließlich Spulenkopf lautet ebenfalls unverändert: sinusförmiger zeitlicher Verlauf der Spulenflüsse mit dem Höchstwert $\Psi_{s\,max} = \frac{U \cdot 10^8}{4{,}44\,f}$. Da der Ständerspulenkopf aber bereits einen Teil davon aufbringt vom Betrag $\Psi_{s\tau}$ so muß im aktiven Teil der Ständerwicklung nur mehr $\Psi_{s\,Fe} = \Psi_s - \Psi_{s\tau}$ aufgebracht werden. — Somit sind die Kurzschlußbedingungen für den aktiven Teil eines Drehstrommotors auch mit Berücksichtigung des Einflusses der Stirnverbindungen klar bekannt, und man kann das Kurzschlußfeld nach dem eingangs beschriebenen Verfahren berechnen. —

An den Vortrag schloß sich folgende Besprechung:

Herr **Liwschitz:** Leider bleibt auch bei der Methode des Herrn Dr. KÜBLER noch etwas von der Streuung übrig, u. zw. die Spulenkopfstreuung, die für die Berechnung bekanntlich einen schwierigen Punkt bildet. Die Streuung läßt sich also leider doch nicht ganz vermeiden. Die Methode, die Herr Dr. KÜBLER entwickelt hat, ist ohne Zweifel außerordentlich interessant, vor allem deshalb, weil sie ganz logisch auf den Grundgesetzen aufgebaut ist. In schwierigen Fällen bietet sie auch Vorteile. Trotzdem wird der in der Praxis stehende Ingenieur auf die Zerlegung des Flusses in den Streu- und Hauptfluß nicht verzichten können, weil diese Methode schnell zum Ziel führt, während die Methode des Herrn Dr. KÜBLER etwas zeitraubend ist. Bei Asynchronmaschinen, die vom Läufer aus erregt werden, wo es auf die genaue Berechnung des Magnetisierungsstromes ankommt, leistet diese Methode gute Dienste. Darauf möchte ich besonders aufmerksam machen.

Die Methode des Herrn Dr. KÜBLER bietet vielleicht noch einen weiteren Vorteil. Es wird unter Umständen mit ihrer Hilfe möglich sein, sich ein klares Bild über die sog. Zickzackstreuung oder die doppelt verkettete Streuung zu verschaffen. Herr Dr. KÜBLER will den Versuch machen, diese Begriffe klarzustellen. Wenn man ein Lehrbuch in die Hand nimmt, sieht man, wie kompliziert diese Begriffe auch heute noch sind, trotzdem wir imstande sind, Maschinen mit ziemlicher Genauigkeit zu berechnen. (Beifall.)

Der Vorsitzende dankt dem Vortragenden für seinen ausgezeichneten Vortrag und schließt die Sitzung.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Ordentliche Sitzung

am 29. November 1932 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Vorsitz: Herr Präsident Prof. Dr.-Ing. E. h. Dr. K. W. Wagner.

Vorsitzender: Ich eröffne die Sitzung und heiße Sie alle, insbesondere unsere aus den verschiedenen Berufszweigen zahlreich erschienenen Gäste herzlich willkommen. Gegen den Bericht über die letzte ordentliche Sitzung sind Einwendungen nicht erhoben worden. Er ist daher angenommen. Seit der letzten Sitzung sind 30 Neuanmeldungen eingegangen. Eine Liste liegt hier aus.

Am 6. Dezember wird im Fachausschuß für elektrisches Nachrichtenwesen Herr Direktor Hoffmann vortragen über: „Neue Wege der Fernsprech-Nebenstellentechnik" und in der ordentlichen Sitzung am 13. Dezember Herr Obering. Heinrich über das Thema: „Das Elektrofilter als wichtige Betriebseinrichtung in der europäischen Industrie".

Weitere geschäftliche Mitteilungen liegen nicht vor. Ich erteile daher nunmehr Herrn Obering. Alvensleben das Wort zu seinem Vortrag über das Thema: „Die elektrische Betäubung von Schlachttieren".

(Vortrag folgt.)

Vorsitzender: Ich danke Herrn Alvensleben für seinen außerordentlich interessanten Vortrag und frage, ob das Wort dazu gewünscht wird.

(Besprechung folgt.)

Vortrag und Besprechung erscheinen demnächst in der ETZ.

Elektrotechnischer Verein.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

Neuanmeldungen zum Elektrotechnischen Verein e. V.

Adam, Werner, Dipl.-Ing., Berlin.
Bartel, Johann, Obering., Cairo.
Roth, P., Dipl.-Ing., Deventer (Holland).
Budich, Georg, Geschäftsführer, Birkenwerder.
Deutsche Zählergesellschaft m. b. H., Hamburg.
Diesendorf, Walter, Ingenieur, Wien.
Goldring, Dagobert, Dipl.-Ing., Bln.-Friedenau.
Gudehus, Herbert, Dipl.-Ing., Bln.-Wilmersdorf.
Hansen, Werner Hans, Dipl.-Ing., Bln.-Spandau.
Holtz, Walther, Dr., Bln.-Schmargendorf.
Husberg, Tore, Direktor, Malmö.
Iwanoff, Wladimir, Dipl.-Ing., Sofia.
Jas, Rud., Albert, Direktor, Den Haag.
Kirchhübel, Max, Obering., Bremerhaven.
Kuntze, Bernhard, Direktor, Lodz.
Mahir, Kemal, Elektroing., Kirikkale/Türkei.
Malmö Stads Gas- och Elektricitetsverk, Malmö.
Mebes, Carl, Ingenieur, Bln.-Siemensstadt.
Mertens, Vikter, Ingenieur, Bln.-Siemenstadt.
Mesch, Wilhelm, Dipl.-Ing., Beograd/Jugoslavien.
Moschkoff, Michael, Dipl.-Ing., Moskau.
Mühlau, Otto, Prokurist, Bln.-Charlottenburg.
Nissel, Hans, Dr.-Ing., Bln.-Neu-Westend.
Oefenlohn, Ivan, Direktor, Stockholm.
Seidler, Walter, Obering., Bln.-Siemensstadt.
Schmidt, Kurt, Obering., Bln.-Zehlendorf.
Uhlig, Walter, Obering., Bln.-Charlottenburg.
de Valbreuze, Robert, Präsident, Paris.
Wuhrmann, Kurt, Dipl.-Ing., Troisdorf.
Zipfel, Friedr., Obering., Berlin.

VDE

Verband Deutscher Elektrotechniker
(Eingetragener Verein.)

Geschäftsstelle: Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 33
Fernspr.: C 0 Fraunhofer 0631.
Zahlungen an Postscheckkonto Nr. 213 12.

Bezug von Einbanddecken für den Jahrgang 1932 der ETZ.

Wir stellen den Beziehern der ETZ für das Jahr 1932 wiederum Einbanddecken zur Verfügung. Die Preise betragen 2,20 RM für den Halbjahresband, einschließlich Versandkosten. Die Bestellung kann erfolgen durch Einzahlung auf unser Postscheckkonto Berlin 213 12 (Versandanschrift genau aufgeben, ebenso Vermerk beifügen „ETZ-Einbanddecken") oder durch schriftliche Bestellung. Im letzteren Falle erfolgt der Versand unter Nachnahme, zuzüglich der Unkosten hierfür.

Verband Deutscher Elektrotechniker e. V.
Verlagsabteilung:
Schirp.



Staatliches Materialprüfungsamt.

Berlin-Dahlem, Unter den Eichen 87. Fernspr.: Amt Breitenbach (G6) 2751.

Bekanntmachung über Isolierpreßmassen

In der ETZ 1932, S. 708, ist vom Zentralverband der deutschen elektrotechnischen Industrie E. V. die neue Typisierung der gummifreien Isolierpreßstoffe bekanntgegeben. Die auf Grund dieser Typisierung vom Amt gemäß Vertrag mit der Technischen Vereinigung von Fabrikanten gummifreier Isolierstoffe E. V. überwachten Isolierpreßstoffe sind in folgender Tafel zusammengestellt.

Diese Tafel enthält nicht diejenigen Typen von gummifreien Isolierpreßstoffen, die außer den normalen mechanischen, thermischen und elektrischen Bedingungen noch den in der Typisierung aufgeführten Sonderanforderungen genügen und als Zusatz zur Typenbezeichnung noch einen Stern führen. Über diese Isolierpreßstoffe mit elektrischen Sonderanforderungen wird später eine besondere Liste veröffentlicht.

Die in der ETZ 1931, S. 980, bekanntgegebene Liste wird hiermit ungültig.

Berlin-Dahlem, den 22. November 1932.

Der Präsident des Staatlichen Materialprüfungsamtes.
Otzen.

Firma	Kenn-Nr. der Firma im Schutzzeichen	Type													
		1	0	S	T	K	7	8	A	N	2	3	4	Y	X
Emil Adolff AG., Reutlingen . . .	H 2	—	—	Emadolit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gebrüder Adt, Aktiengesellschaft Ensheim (Saargebiet)	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Australit F	—	—	—
Aktiengesellschaft für Elektrotechnik, Braunschweig	L 0	—	—	Agfenit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft, Fabriken Hennigsdorf, Hennigsdorf (Osthavelland) bei Berlin	38	Tenacit Type 1	Tenacit Type 0	Tenacit Type S	Tenacit Type T	Tenacit Type K	Tenacit Type 7	Tenacit Type 8	—	—	Tenacit Type 2	Tenacit Type 3	Tenacit Type 4	Tenacit Type Y	Tenacit G Type X
Alusil Preßstoffwerk, Probstzella (Thüringen)	F 1	Alusil 1	—	Alusil S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rob. Anke, Porzellanfabrik, Ölsnitz i. Vogtl.	F 4	—	—	Preßmaterial Type S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aronwerke, Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Berlin-Charlottenburg	35	—	—	Aronit S	—	—	—	Aronit 8	—	—	Aronit 2	—	—	—	—
Ernst Backhaus & Co., Kierspe-Bhf. i. Westf.	53	—	—	Isolierstoff Type S	—	Isolierstoff Type K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Otto Backhaus G. m. b. H., Oberbrügge i. W.	F 0	Backitt 1	—	Backitt S	—	Backitt K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bayerische Elektrozubehör Aktiengesellschaft, Lauf bei Nürnberg	67	Bezeg 1	—	Bezeg S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gebr. Berker, Schalksmühle in Westf.	80	Isolierpanzer 1	—	Isolierpanzer S	—	Isolierpanzer K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bezet-Werk Hermann Buchholz, Motzen i. M.	76	—	—	Bewerit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bisterfeld & Stolting, Radevormwald (Rhld.)	70	Werkstoff Type 1	—	Werkstoff Type S	Werkstoff Type T	Werkstoff Type K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Robert Bosch A.-G., Metallwerk, Feuerbach bei Stuttgart	55	—	Resiform 0	Resiform S	Resiform T	Resiform K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ernst Bremicker, Ing., Kierspe-Bhf. i. Westf.	61	—	—	Toledoit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
vom Brocke G. m. b. H., Halver i. W.	A 2	—	—	Isolierstoff Type S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gebrüder Broghammer, Schramberg	F 8	—	—	Backopreß	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dr. Deisting & Co., Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Kierspe i.W.	39	Isolierstahl 1	Isolierstahl 0	Isolierstahl S	Isolierstahl T	Isolierstahl K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Deutsche Philips Gesellschaft m. b. H., Berlin W 35	58	Philit 1	Philit 0	Philit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dynamit-Aktien-Gesellschaft vorm. Alfred Nobel & Co., Abt. Celluloid-Fabrik, Troisdorf (Bez. Köln)	43	Trolitan 1	Trolitan 0	Trolitan S	Trolitan T	Pollopas	—	—	Trolit W	Trolit F	—	—	—	—	—
Elektrotechnische Fabrik G. m. b. H., Bebra H.-N.	22	Bebrit 1	—	Bebrit S	—	—	—	—	—	—	Rulit 2	—	—	—	—
Elektrotechnische Fabrik J. Carl, Gesellschaft m. beschränkter Haftung Oberweimar (Thür.)	E 0	—	—	Carlit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Elektrotechnische Fabrik Weber & Co., Komm.-Ges., Kranichfeld (Th.)	98	—	—	Wecranit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ellinger & Geißler, Dorfhain (Bez. Dresden)	54	—	Elgesit Nr. 1	Elgesit Nr. 2	—	Elgesit Nr. 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Friemann & Wolf G. m. b. H., Zwickau i. Sa.	H 8	—	—	Friwozit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Futurit-Werk Aktiengesellschaft, Wien XI	92	—	Futurit GW	Futurit GWs	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gamba, Breckerfeld (Kr. Hagen i. Westf.)	A 0	—	—	Gambasit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Christian Geyer G. m. b. H., Nürnberg-S.	83	—	—	Norit S	—	—	Norit 7	Norit 8	—	—	Norit 2	—	—	—	—
Graewe & Co., Menden i. Westf.	E 8	—	—	Graconit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Friedrich Hefendehl, Kierspe-Bhf. i. Westf.	F 7	—	—	Helit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Paul Hochköpper & Co., Lüdenscheid i. Westf.	87	—	—	Hocolit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hoffmeister & Sohn G. m. b. H., Lüdenscheid i. Westf.	F 6	—	—	Hosolit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hoppmann & Mulsow, Hamburg	L 1	—	—	Wiska S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Firma	Kenn-Nr. der Firma im Schutzzeichen	Type													
		1	0	S	T	K	7	8	A	N	2	3	4	Y	X
Gebrüder von der Horst, Lüdenscheid	H 7	—	—	Isolierstoff Type S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Isola Werke A.-G., Düren (Rhld.)	40	—	Durax I	Durax II	Durax Textil	—	—	—	—	—	Fermit Type 2	—	—	—	Fermit Type X
Isolierpreß- und Porzellanfabrik G. m. b. H., Lüdenscheid i. Westf.	99	—	—	Supralit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„Isolit" Fabrik für Isoliermittel der elektrotechnischen Industrie G. m. b. H., Jabloné nad Orlici (Tschechoslowakei)	E 6	—	Isolit 3 A	Isolit 3 As	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Isopress-Werk G. m. b. H., Berlin-Oberschöneweide	L 2	—	—	Taumalit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Erich Jaeger G. m. b. H., Bad Homburg v. d. Höhe	95	Elerit 1	—	Elerit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kabelfabrik Aktiengesellschaft, Bratislava (Preßburg), Tschechoslowakei	89	—	Futurit G	Futurit Gs	—	—	Fixit F	—	—	—	Futurit A	—	—	—	—
Julius Klein, Coburg	60	—	—	Kleinit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Leopold Kostal, Lüdenscheid i. W.	72	Poldit 1	—	Poldit S	—	Poldit K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Theod. Krägeloh & Comp., Dahlerbrück (Westf.)	85	—	—	Teka S	—	Teka K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kramer & Löbl, Schlag bei Gablonz a. N. (Böhmen)	H 5	Isolierstoff Type 1	—	Isolierstoff Type S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hugo Krieger & Faudt, Berlin SW 68	78	—	—	Hakalit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Otto Langmann, Preßwerk, Hagen i. Westf.	H 3	—	—	Duranit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Linden & Co., G. m. b. H., Lüdenscheid i. Westf.	79	—	—	Linölit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lindner & Co., Jecha-Sondershausen (Thür.)	A 8	—	—	Licolit S	—	Licolit K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lohmann & Welschehold, Meinerzhagen i. W.	E 9	—	—	Isolierstoff Type S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gebrüder Merten, Gummersbach (Rhld.)	24	—	—	Merit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mix und Genest Aktiengesellschaft, Berlin-Schöneberg	68	—	—	Mixit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Müller & Ros, Coburg	66	—	—	Rosit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NewYork-Hamburger Gummi-Waaren Compagnie Hamburg, Hamburg	21	—	—	Formolit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pfeilwerk Gerdes & Co. G. m. b. H., Schwelm i. W.	H 4	—	—	Isolier-Preßstoff Type S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Porzellanfabrik Bernhardshütte G. m. b. H., Blechhammer bei Sonneberg (Thür.), Post Hüttensteinach i. Thür.	93	Bernit 1	Bernit 0	Bernit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Prager Elektroisolier-Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Prag IX	H 6	—	—	Margolit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preßstoffwerk Neustadt G. m. b. H., Neustadt b. Coburg	F 3	—	—	Perosit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preßstoffwerk Schöppenstedt, Paul Schnake, Schöppenstedt	81	—	—	Roderit XXX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preßstoffwerk Zeyern Inh. Franz Stauch, Zeyern bei Kronach i. Bay.	F 2	—	—	Zeynit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preßwerk A.-G., Essen	45	Thesit Nr. 1	—	Thesit supra	—	—	—	—	—	—	Thesit Nr. 2	—	—	—	—
Presswerk G. m. b. H., Herscheid i. Westf.	51	—	—	Herscheilt S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preßwerk Krauss & Steidel, Berlin N 65	86	—	—	KW 66/S	—	—	KW 66/VII	—	—	—	—	KW 66/III	—	—	—
Wilh. Quante, Wuppertal-Elberfeld	73	—	—	Wekulit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Radio H. Mende & Co. G. m. b. H., Dresden-N. 15	56	Mendelith 1	Mendelith 0	Mendelith S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H. Römmler Aktiengesellschaft, Spremberg Nd.-L./Berlin	32	Hares F	—	Hares S	Hares L	Resopal	Heliosit B Spezial	Heliosit B	—	—	Resistan Type 2	—	—	—	Resistan E
Max Schulze, Meißen i. Sa.	F 5	—	—	Schulit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Schulze, Schneider & Dort G. m. b. H., Schönow, Post Bernau b. Berlin	H 9	Duralit 1	—	Duralit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Seckelmann & Co., Lüdenscheid i. W.	59	—	—	Sekolit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft, Vertriebsabteilung Gummiwerk (VG), Berlin-Siemensstadt (Gartenfeld)	34	Eshalit E 87	Eshalit E 74	Eshalit E 76	Eshalit E 220	Eshalit E 100	Eshalit E 81	Zetenit C	Eshalit E 86	Eshalit E 85	Eshalit E 59 Eshalit E 95	—	Eshalit E 61	—	Eshalit E 90
Soldin & Co., Berlin NO 43	49	—	—	Esconit S	—	—	Esconit 7	—	—	—	—	Esconit 3	—	—	—
Gebr. Spindler, Betr.-Kom.-Ges., Köppelsdorf (Thür.)	E 7	Gesanit 1	—	Gesanit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Süddeutsche Isolatoren-Werke G. m. b. H., Freiburg im Breisgau	25	Ricolit Type 1	—	Ricolit Type S	—	—	Ricolit Type 7	Ricolit Type 8	—	—	Ricolit Type 2	—	Ricolit Type 4	—	—
Paul Teich, Berlin O 27	82	—	—	Teasit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Telephonfabrik Berliner Aktiengesellschaft, Berlin-Schöneberg	A 6	—	—	Tefagit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Firma	Kenn-Nr. der Firma im Schutzzeichen	Type													
		1	0	S	T	K	7	8	A	N	2	3	4	Y	X
Thega-Kontakt G. m. b. H., Berlin S 14	94	—	—	Thegranit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bernhard Thormann, Berlin NO 18	90	—	—	Thormalit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gebr. Vedder G. m. b. H., Schalksmühle i. Westf.	84	—	Preß-Stoff Type 0	Preß-Stoff Type S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vereinigte elektrotechnische Fabriken F. W. Busch & Gebr. Jaeger A.-G., Lüdenscheid i. Westf.	23	Bilit 1	—	Bilit S	Bilit T	Bilit K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vereinigte Isolatorenwerke Aktiengesellschaft, Berlin-Pankow	31	Ambroin 1	—	Ambroin S	—	—	Ambroin 7	Ambroin8	—	—	Margolit 2	—	—	—	—
Volkenrath & Co., Schwenke i. Westf.	A 3	—	—	Volcolit S	—	Volcolit K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gebr. Vollmerhaus, Kierspe-Bhf. i. Westf.	50	—	—	Vollmerit S	—	Vollmerit K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vossloh-Werke G. m. b. H., Lüdenscheid i. Westf.	E 2	—	Vauwe 0	Vauwe S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wacker & Doerr Söhne, Nieder-ramstadt b. Darmstadt	62	—	Dowal 0	Dowal S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wester, Ebbinghaus & Co., Hanau	F 9	—	—	Wecolit Type S	—	Wecolit Type K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Casp. Arn. Winkhaus, Carthausen i. Westf.	H 1	Cawit 1	—	Cawit S	—	Cawit K	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Erich Wippermann, Halver i. Westf.	46	—	—	Permanit S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wolff & Co., Walsrode	33	Kiwitan 1	Kiwitan 0	Kiwitan S	Kiwitan T	Kiwitan K	—	—	—	—	Kiwitan 2	Kiwitan 3	—	—	—

SITZUNGSKALENDER.

Elektrotechn. Gesellschaft Frankfurt a. M. 4. u. 5. I. 1933, abds. 8h, Hörsaal der Kunstgewerbeschule, Neue Mainzer Str. 47: Vortrag Prof. Dipl.-Ing. E. Heidebroek, „Das Weltbild der Technik".

Deutscher Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut an der T. H. Berlin und den Technisch-Wissenschaftlichen Veranstaltungen, Berlin. Vortragsreihe Prof. Sidney J. Davies „Technisches Englisch" in der Aula der T.H. Berlin, abds. 6½ bis 8h.

6. I. 1933: The distribution of mechanical power.

6. I. 1933: Transport by land, sea and air.

Eintrittskarten zum Preise von 1 RM (Studierende 0,50 RM) sind zu haben im Ingenieurhaus, Friedrich-Ebert-Str. 27 und im Außeninstitut der T.H. Zimmer 137.

Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure und Außeninstitut der Technischen Hochschule. 6., 13. und 20. I. 1933, abds. 6½ bis 8h, T.H., Hauptgebäude, alter Physikhörsaal: Vortragsreihe Prof. Dipl.-Ing. C. Volk, „Dehnungs- und Spannungsmessungen an Maschinenteilen und ihre Verwertung bei der Konstruktion" (mit Vorführ. und Lichtbildern). 3 Doppelstunden 3 RM. Kartenbestellungen für die Vortragsreihe, nicht für Einzelvorträge, sind an das Ingenieurhaus, Friedrich-Ebert-Str. 27, zu richten.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

S. von Gaisberg †. — Am 21. XI. starb in Neudegg bei Donauwörth der Oberbaurat Sigmund Freiherr von Gaisberg-Schoeckingen. Mit ihm ist wieder einer der frühen Pioniere der Elektrotechnik dahingegangen. Geboren am 10. II. 1856 in Neudegg, trat er nach beendetem Studium anfangs der 80er Jahre bei S. Schuckert, Nürnberg, ein, wo er schon 1882 für die Firma Vorschriften für Monteure elektrischer Anlagen ausarbeitete, der Ausgangspunkt seines berühmten „Taschenbuches für elektrische Monteure", das unter der volkstümlichen Bezeichnung „Der kleine Gaisberg" bis heute 89 Auflagen erlebte, in alle Kultursprachen übersetzt wurde und seinen Weg über die ganze Erde machte.

Mit der Erbauung der Hamburgischen Elektrizitätswerke durch Schuckert kam von Gaisberg nach Hamburg, bekleidete dort zunächst die Stellung eines Ingenieurs der Städtischen Elektrizitätswerke und wurde darauf zur Finanzdeputation, Sektion für Beleuchtungswesen, übernommen. Dann leitete er nach Überführung der Elektrizitätswerke in eine Aktiengesellschaft das Inspektorat der elektrischen Beleuchtung bei der späteren Deputation für das Beleuchtungswesen. Der Verstorbene wurde in Anerkennung seiner Verdienste zum Oberbaurat ernannt. Mit seinem 65. Lebensjahr trat von Gaisberg in den Ruhestand und siedelte 1923 nach dem Familienstammsitz in Neudegg über.

Außer dem erwähnten Taschenbuch schrieb er noch das Buch „Herstellen und Instandhalten elektrischer Beleuchtungsanlagen", das gleichfalls eine große Verbreitung fand.



S. von Gaisberg †.

Besondere Verdienste hat sich von Gaisberg um die Entwicklung des Elektrotechnischen Vereins in Hamburg erworben, der unter seiner Leitung mächtig aufwuchs und ihm bei seiner Übersiedlung nach Bayern die Ehrenmitgliedschaft verlieh.

Die deutsche Elektrotechnik wird diesem unermüdlichen Förderer des Fachs, dem langjährigen Mitglied der Errichtungskommission des VDE und liebenswürdigen Menschen ein dauerndes Andenken bewahren. *e*

G. Reinhart. — An die Stelle des verstorbenen Gen.-Direktors der Österreichischen Siemens-Schuckertwerke AG., Dr.-Ing. W. Mollier, wird Dir. Georg Reinhart treten. Der Genannte ist Vorstand des Technischen Büros München der SSW.

BRIEFE AN DIE SCHRIFTLEITUNG.

(Der Abdruck eingehender Briefe erfolgt nach dem Ermessen der Schriftleitung und ohne deren Verbindlichkeit.)

Beitrag zur Ermittlung der Betriebsverluste in elektrischen Anlagen.

In dem in der ETZ, S. 693, von den Herren Reichsbaurat B. BOEHM und Reg.-Baumeister a. D. C. LAMPE veröffentlichten Aufsatz werden unter anderen Ausführungen die mittleren Jahreskupferverluste einer Anlage berechnet. — An Hand dieses Aufsatzes möchte ich auf den Bericht Nr. 294, Sektion 20, hinweisen, den ich der Zweiten Weltkraftkonferenz 1930 unter dem Titel „Die Wirtschaftlichkeit von Fernleitungen" vorgelegt habe, in welchem dasselbe Thema nach einer Methode behandelt wird, die eine überaus einfache Formel für die Jahresverluste ergibt.

In diesem Bericht wird vorausgesetzt, daß die geordnete Jahresbelastungskurve durch die Formel

$$L = -(1 - L_{\min})\, t^{\lambda}$$

ausgedrückt werden kann, wobei L den momentanen Wert der Last, $L_{\min}$ den Jahresmindestwert bedeutet. Die Variable t wird derart eingesetzt, daß deren Höchstwert von 8760 h der Einheit entspricht. Ebenso entspricht der Höchstwert der Belastung der Einheit. Ein Punkt der Kurve, dessen Abszisse 3000 h und dessen Ordinate 60 % der Höchstlast ist, wird also mit $t = \frac{3000}{8760} = 0{,}342$ und $L = 0{,}6$ eingesetzt. — λ ist ein Exponent, der für den Verlauf der Kurve charakteristisch ist.

Der im bezogenen Aufsatz berechnete Formfaktor ist

$$f = \frac{\sqrt{\int\limits_{t=0}^{t=1} L^2\, dt}}{\int\limits_{t=0}^{t=1} L\, dt},$$

wobei

$$\int\limits_{t=0}^{t=1} L\, dt = 1 - \frac{1 - L_{\min}}{1 + \lambda} = L_m,$$

wo L_m die mittlere Jahresbelastung ist.

Nach Durchführung der Integration $\int L^2 dt$ ergibt sich für den Formfaktor nach einiger Umrechnung

$$f = \sqrt{\frac{2\left(1 - \frac{L_{\min}}{L_m}\right) + \left(\frac{L_{\min}}{L_m}\right)^2 (1 - L_m)}{1 + L_m - 2 L_{\min}}}.$$

Diese Formel kann nunmehr auf die Kurve Abb. 9, S. 696, angewendet werden.

In dieser Kurve ist der Jahreshöchstwert 120, der Jahresmindestwert 49 und der Jahresmittelwert (aus Ablesen von 23 Ordinaten bestimmt) 86,1. Der ebenfalls bestimmte quadratische Jahresmittelwert ist 87,9, der Formfaktor also $\frac{87{,}9}{86{,}1} = 1{,}021$.

In der oben angeführten Terminologie wäre

$$L_m = \frac{86{,}1}{120} = 0{,}718, \qquad L_{\min} = \frac{49}{120} = 0{,}408$$

und der Formfaktor nach obiger Formel

$$f = \sqrt{\frac{2\left(1 - \frac{0{,}408}{0{,}718}\right) + \left(\frac{0{,}408}{0{,}718}\right)^2 (1 - 0{,}718)}{1 + 0{,}718 - 2 \cdot 0{,}408}} = 1{,}03,$$

was mit dem aus den Einzelordinaten berechneten Werte gut übereinstimmt. Die Vorteile dieser Methode sind offenbar. Die Kenntnis des Jahresmittelwertes und Jahresmindest- und -höchstwertes genügt, um die Verluste mit genügender Annäherung berechnen zu können. Wenn wir bedenken, wie mühsam die Bestimmung der geordneten Jahreslastkurve ist, wie schwierig oft die Beschaffung der dazu gehörigen Daten, so wird es klar, daß das erörterte Verfahren große Vorteile hat. Bei Projekten, wo die Jahreslastkurve aus Annahmen erst zu schätzen ist, treten diese Vorteile in noch höherem Maße hervor.

Budapest, 1. VIII. 1932.

Baurat Dr.-Ing. Oskar Szilas,
Direktor der AG. für Kraftübertragung und Beleuchtung, Budapest.

Erwiderung.

Wir danken Herrn Baurat Dr.-Ing. SZILAS für den Hinweis auf den uns nicht bekannten Bericht für die 2. Weltkraftkonferenz 1930. Die von ihm angegebene Methode ist tatsächlich sehr einfach, aber auch nicht so genau, wie die von uns durchgeführte. Das geht auch aus der Berechnung von Dr.-Ing. SZILAS hervor, die gegenüber dem tatsächlichen Wert für den Formfaktor der Kurve in Abb. 9 (1,018) einen Fehler von 1,2 % und damit für die daraus berechneten Verluste eine Abweichung von etwa 2,4 % ergibt. Wir vermuten, daß in anderen Fällen die Fehler wesentlich größer werden. Will man sich mit geringerer Genauigkeit abfinden, so kann man auch unsere Methode erheblich vereinfachen, indem man die Formfaktoren, insbesondere bei Projektierung neuer Anlagen, nach Erfahrungswerten bestehender Anlagen schätzt, oder die geordneten Kurven nach Betriebswerten annimmt und die Formfaktoren mittels der Formel

$$f = 2 \cdot \frac{\sqrt{K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + K_4^2}}{K_1 + K_2 + K_3 + K_4}$$

errechnet.

Wir benutzen die Gelegenheit, um zugleich einige Druckfehler in der Veröffentlichung richtigzustellen. Das Wurzelzeichen in der eben genannten Formel erfaßt fälschlicherweise auch den Nenner. In Formel 11 auf Seite 694 fehlt als Nenner der Wert $\frac{1}{365}\sum\limits_{0}^{365} \overline{I_T}$ und außerdem muß es auf Seite 695 unten heißen

$$\overline{y} = \frac{1}{4}(K_1 + K_2 + K_3 + K_4)$$

an Stelle von ½ mal Klammerwert.

Berlin, 5. IX. 1932. B. Boehm u. C. Lampe.

Gesteuerte Gleichrichter.

In seiner Diskussion auf S. 777 der ETZ vom 11. VIII. behauptet Herr TRÖGER, daß Irving LANGMUIR der Erfinder der Gittersteuerung für Dampfentladungsgefäße sei. Das Langmuirsche Patent, das diese Erfindung decken soll, sei U. S. A.-Patent 12 898 23, das am 5. XI. 1914 angemeldet und am 31. XII. 1918 ausgegeben wurde.

Es wird die Leser der ETZ interessieren, daß Prof. S. W. PIERCE der Harvard Universität schon vorher, nämlich in den U. S. A.-Patenten 10 871 80 vom 17. II. 1914 und 11 126 55 vom 6. X. 1914 derartige Gitter für Dampfentladungsgefäße angegeben hat. Weiter zeigt das U. S. A.-Patent 14 507 49, das schon am 11. III. 1914 angemeldet wurde, dieselbe Bauart des Gefäßes und verschiedene Schaltungen für die Steuerung von Wechselströmen. Ich verweise besonders auf Figur 5 des letzten Patentes, die in jeder Beziehung der späteren Lösung von LANGMUIR wenigstens gleichwertig ist.

Ich möchte noch bemerken, daß ich mit von PIERCE im Jahre 1915 gebauten und evakuierten Gefäßen im Jahre 1928 Versuche über die Steuerung von Wechselströmen ausführte, die solchen, welche mit neuzeitlichen Apparaten gemacht wurden, ebenbürtig waren.

Milwaukee, Wis., 8. IX. 1932.

Dipl.-Ing. Arthur Simon.

Erwiderung.

Die von Herrn SIMON genannten amerikanischen Patente 1 087 180 und 1 112 655 von PIERCE behandeln nach Art der Liebenröhre voll steuerbare Empfangs- bzw. Verstärkerröhren. Es ist dabei der Versuch gemacht, als Elektronenquelle an Stelle der Glühkathode einen Hilfs-Quecksilberdampf-Lichtbogen zu verwenden, aus dem ein Elektronenstrahlenbündel ausgeblendet wird. Der nach diesen Patenten mit Hilfe eines Gitters gesteuerte Anodenstrom ist jedoch keine Lichtbogenentladung im üblichen Sinne des Wortes. Es geht dieses schon daraus hervor, daß nach den Patenten in der bei Empfangs- bzw. Verstärkerröhren üblichen Weise als Anodenspannung eine Gleichspannung

verwendet wird und von einer Wiederlöschungsmöglichkeit für den Anodenstrom, wie sie bei der Lichtbogenentladung notwendig ist, nirgend die Rede ist.

In dem des weiteren von Herrn SIMON genannten, am 11. III. 1914 angemeldeten, aber erst am 3. IV. 1923 erschienenen amerikanischen Patent 1 450 749 von PIERCE sind Anordnungen angegeben, bei denen die weiter entwickelten Spezialröhren nach den vorgenannten Patenten, deren Wirkungsweise offenbar noch etwas unklar war (vgl. amerik. Patent 1 087 180, S. 3, Z. 53, 54), zwar wohl mit einer lichtbogenähnlichen Entladung und einer Wechselspannung als Anodenspannung arbeiten, jedoch lediglich Relaiswirkungen von der Art erzielt werden sollen, daß der Entladungstrom von dem Wert 0 im Falle einer (möglichst geringen) Gitterspannungsänderung auf seinen vollen Wert überspringt und infolge der Anodenwechselspannung wieder aussetzt, sobald die beispielsweise von einer lichtelektrischen Zelle (Abb. 5) herrührende Gitterspannungsänderung wieder verschwunden ist.

Demgegenüber ist in dem am 6. XI. 1914 angemeldeten, bereits am 31. XII. 1918 veröffentlichten amerikanischen Patent von LANGMUIR erstmalig die Beherrschung technisch üblicher Gleichrichterkolben mit Lichtbogenentladung und ständig emissionsbereiter Kathode (Quecksilberkathode mit ständigem Kathodenfleck, Glühkathode) mittels Steuergitters behandelt und mit aller Deutlichkeit die für die heutige Verwendung der Gittersteuerung auf dem Starkstromgebiet grundlegende Erkenntnis vermittelt, daß bei solchen Entladungsgefäßen mit ständig emissionsbereiter Kathode eine Regelung des Mittelwertes des lichtbogenartigen Anodenstromes mit Hilfe des Steuergitters unter Verwendung einer Wiederlöschungsmöglichkeit für den Anodenstrom durchgeführt werden kann, indem mit Hilfe des Steuergitters, bzw. durch geeignete Aufladung desselben, Anodenstromimpulse von vorgeschriebener, regelbarer Zeitdauer erzeugt werden (vgl. Abb. 7).

Ich glaube daher, daß ich, ohne das Verdienst des Herrn PIERCE zu schmälern, in der Diskussion zum Schenkelschen Vortrag zu Recht die Verdienste LANGMUIRS hervorgehoben habe.

Berlin, 29. X. 1932. R. Tröger.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die elektrischen Ausrüstungen der Gleichstrombahnen einschl. der Fahrleitungen. Von Dr.-Ing. Th. Buchhold u. Dipl.-Ing. F. Trawnik. Mit 267 Textabb., VIII u. 312 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geb. 32 RM.

Ein Einzelwerk aus dem Gesamtgebiet der elektrischen Bahnen und deshalb von eindringender Gründlichkeit. Es beschränkt sich auf Gleichstrombetrieb und Kleinbahnen, d. h. Straßen-, Industrie- und Überlandbahnen. Dies Gebiet war in der Literatur der Länder, deren Hauptbahnen mit Wechselstrom arbeiten, vernachlässigt und erhält durch vorliegendes handliches Buch eine wertvolle Stütze. Anfänglich nur für die Fahrzeuge dieser Bahnen gedacht, wurde es dann auch auf ihre Leitungen ausgedehnt, so daß der Betriebsmann oder Studierende nun alles beisammen hat. Dies Buch hält sich von lehrhaftem, trockenem Ton fern und befleißigt sich der lebendigen Darstellung, wie man sie in der Praxis gewöhnt ist und braucht. Die mechanischen und elektrischen Vorgänge werden physikalisch begründet und gehen damit schnell in das Verständnis ein. Die theoretischen Grundlagen, sonst dem Betriebsmann nicht gerade beliebt, gewinnen hier an Anschaulichkeit und erklären, leicht faßlich, die konstruktiven Grundformen und Einzelheiten. Der Leser wird über die Berechnung und das Verhalten der Motoren, der Schalter und des Antriebs, sowie der Leitungen genau unterrichtet, so daß er sich bald an selbständiges Arbeiten gewöhnt und die Vorgänge des Betriebes unter der Anleitung der in der Praxis arbeitenden Verfasser richtig beobachten lernt.

Der Text und vor allem die Abbildungen sind von großer Klarheit, und neben schematischen Darstellungen haben Konstruktionsbilder reichlich Aufnahme gefunden.

Zehme.

Artificial Earthing for Electrical Installations (Automatic Safety Switching). Von T. C. Gilbert. Mit 48 Abb. u. 176 S. in 8°. Verlag Ernest Benn, Ltd., London 1932. Preis geb. 9 sh.

Das Buch behandelt die Frage der Schutzschaltung in elektrischen Anlagen als Schutz gegen gefährliche Berührungspannung, wobei sich der Verfasser z. T. auf die bisherigen Arbeiten eines deutschen Spezialisten auf diesem Gebiet, berat. Ing. Ernst Besag, stützt. Die Neuerscheinung vermittelt dem Englisch sprechenden Fachmann — allerdings unter Berücksichtigung englischer Verhältnisse — eine ziemlich eingehende Darstellung der Schutzschaltung.

Es werden zunächst an Hand von Beispielen die sonst üblichen Schutzmethoden, wie Isolierung, Erdung, Nullung und Kleinspannung, behandelt. Soweit sich diese als unzulänglich erweisen, wird die Anwendung der Schutzschaltung als weitestgehende Sicherheitsmaßnahme empfohlen. Es folgt eine Beschreibung der Schutzschaltung nach dem System RWE (Heinisch-Riedl) sowie der hiernach geschaffenen Apparate mit oder ohne thermische Überstromauslösung unter besonderer Berücksichtigung deutscher Konstruktionen, u. zw. zur Verwendung in Anschlußanlagen wie auch in Ortsnetzen. Ein besonderes Kapitel ist den Motorschutzschaltern mit eingebauter Fehlerstromspule gewidmet. Zum Schluß geht der Verfasser auf die Ausführungsarten schutzgeschalteter Anlagen ein und führt eine Reihe elektrischer Unfälle in nicht schutzgeschalteten Anlagen an, um auf Grund seiner Betrachtungen die allgemeine Einführung der Schutzschaltung in England besonders im Hinblick auf die dort z. Z. erfolgende Elektrisierung der ländlichen Bezirke zu befürworten.

W. Plaß.

Schwingungstechnik. Von Obering. Dr.-Ing. E. Lehr. Bd. 1: Grundlagen. Die Eigenschwingungen eingliedriger Systeme. Mit 187 Textabb., XXIII u. 295 S. in gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1930. Preis geh. 24 RM, geb. 25,50 RM.

Das Buch ist der erste Band eines mehrbändigen Werkes über Schwingungstechnik. Es enthält die Grundlagen zur Berechnung freier und gedämpfter Schwingungen, während die erzwungenen Schwingungen, insbesondere die Lehre der kritischen Drehzahlen im zweiten Band, die Koppelschwingungen, die Kreiseltechnik, die Technik des Massenausgleichs usw. in den weiteren Bänden gebracht werden sollen. Das Buch ist für Ingenieure geschrieben. Neben den mathematischen Ableitungen, die durchweg leicht verständlich sind, werden die Hauptfragen der Schwingungstechnik und ihre Nutzanwendung behandelt. Die Schwingungsaufgaben werden alle unter einheitlichen Gesichtspunkten bearbeitet. Das Bindeglied bei den voneinander so verschiedenen Erscheinungen bildet stets der Begriff der Energie.

Von den bearbeiteten Aufgaben möchte ich nur einige wenige anführen. Im ersten Kapitel werden behandelt die Schwingungen von Wassersäulen in kommunizierenden Gefäßen, Schwinger mit niedriger Eigenschnelle (Seismographen), Schwinger mit besonders hoher Schnelle (Tonpilze der Unterwasserschallsender und die auf diesem Prinzip aufgebauten Materialprüfmaschinen für hochfrequente Lastwechsel), Berechnung von Wuchtförderern. Das zweite Kapitel — Drehschwinger — bringt nach der rechnerischen und versuchsmäßigen Ermittlung des Massenträgheitsmomentes die Schwingungen der Balkenwaage die Schwingungen von Schwimmkörpern in ruhendem Wasser und endlich die Drehschwingungen von Kurbelwellen. Im dritten Kapitel werden zuerst die Elemente des elektrischen Schwingungskreises behandelt. Verschiedene Kondensatoren und die Induktivität von Spulen werden genau durchgerechnet. Besonders wertvoll ist das vierte Kapitel über Reibung und Dämpfung. Nach eingehender Besprechung der Energiegleichungen bringt das Kapitel die Berechnung von elektrischen und mechanischen Dämpfungsapparaten. Die angegebenen Versuchswerte, die großenteils von eigenen Versuchen des Verfassers herrühren, sind besonders wertvoll, da entsprechende Literatur fast ganz fehlt.

Das Buch gibt dem schaffenden Ingenieur neben den mathematischen Ableitungen und einer großen Anzahl von Berechnungsbeispielen viele wertvolle konstruktive Winke. Einzelne Abschnitte, wie die Behandlung der Massenträgheitsmomente und die Einleitung zur Berechnung des elektrischen Schwingungskreises, könnten in einem Spezialwerk über Schwingungen im Interesse der leichteren Beschaffungsmöglichkeit etwas gekürzt werden. Doch wird vielen diese an den Praktiker gerichtete, etwas ausführliche, aber um so leichter verständliche Schreibweise des Verfassers sehr erwünscht sein.

E. Oehler.

Kreiselräder als Pumpen und Turbinen. Von Prof. W. Spannhake. Bd. 1: Grundlagen und Grundzüge. Mit 182 Textabb., VIII u. 320 S. in

gr. 8°. Verlag Julius Springer, Berlin 1931. Preis geb. 29 RM.

Das angekündigte Werk, von dem der 1. Band vorliegt, behandelt die für den Lehrer wie für den Lernenden gleich wichtige Aufgabe, die gemeinsamen Grundlagen der Strömungsmaschinen zusammenfassend so darzustellen, daß auch die Besonderheiten der Maschine dem Leser verständlich werden. Der Verfasser, der an der Entwicklung dieses Wissensgebietes sowohl als Forscher wie als schaffender Ingenieur mit an erster Stelle gearbeitet hat, verzichtet deshalb weitgehend auf die Behandlung von Einzelheiten, da diese infolge der verschiedenen Aufgaben der Turbinen und Pumpen häufig auch verschieden angefaßt werden müssen. Der fertiggestellte erste Band liefert die allgemeinen hydrodynamischen und strömungstechnischen Grundlagen und entwickelt eine grundlegende Theorie der behandelten Maschine, die in vorzüglicher Weise dazu geeignet ist, in die heutigen Anschauungen über den Strömungsvorgang in Kreiselradmaschinen einzuführen. Der Verfasser hat es verstanden, die maßgebenden Gesichtspunkte durch sorgfältiges Weiterschreiten vom Einfachen zum Schwierigen klar herauszuarbeiten und den Wissenstoff mit mathematischen Hilfsmitteln, die über den Rahmen des an Technischen Hochschulen verlangten Wissens nicht hinausgehen, in meisterhafter Weise verständlich zu machen. Man muß dem Verfasser dafür dankbar sein, daß er dieses für den heutigen Maschinenbau besonders wichtige Wissensgebiet, dessen Behandlungsweise sich gegenüber früher grundlegend geändert hat, und auf dem in den letzten Jahren eine umfangreiche Literatur entstanden ist, in dieser systematischen Weise ordnet und dem Ingenieur zugänglich macht. Das Buch füllt deshalb eine Lücke im Schrifttum über Turbinen und Pumpen aus, und es ist zu wünschen, daß es besonders unter den Studierenden eine recht weite Verbreitung findet. Sodann muß es jedem, der sich mit Strömungsmaschinen eingehender beschäftigen will, warm empfohlen werden. C. Pfleiderer.

Neue Zeitschriften.

Batterien, galvanische Elemente, Akkumulatoren. Internat. Fachblatt f. d. Batterie-Industrie. Herausgeber Dr. C. Werner, Berlin-Friedenau. Erscheint monatl. in dtsch. u. engl. Sprache. Abonnementspreis dtsch. Ausg. je Heft 1 RM, engl. Ausg. 1,50 RM. Heft 2, Sept. 1932.

Viel Mut gehört dazu, jetzt eine neue Zeitschrift herauszugeben, zumal schon in der glücklichen Zeit vor dem Kriege eine „Zeitschrift für Accumulatoren- und Elementenkunde" nur wenige Jahre gelebt hat. Dem Herausgeber stehen als Leiter der Prüfstelle des Verbandes von Batteriefabrikanten Erfahrungen und Beziehungen zur Verfügung. Das vorliegende Heft dieser Monatszeitschrift bringt kurze Aufsätze „Prüfung und Bewertung der Taschenbatterie", „Das Elektrofahrrad", „Batterieempfänger auf den Funkausstellungen in Berlin und London" und einen Werbeaufsatz für Kunstbraunstein. Neben der deutschen erscheint eine englische Ausgabe.

K. Arndt.

Alta Frequenza, Rivista di Radiotecnica, Telefonia e Acustica applicata (Hochfrequenz, Zeitschrift für Funktechnik, Fernsprechwesen und angewandte Akustik) Bd. 1, Nr. 1. Herausgegeben im Auftrage des Nationalrats für wissenschaftliche Forschungen, des Italienischen Elektrotechnischen Verbandes und der Italienischen Physikalischen Gesellschaft. Mit zahlreichen Abbildungen und 160 S. Verlag Associazione Elettrotecnica Italiana, Mailand (2/2) 1932. Preis des Heftes 12 Lire, Jahresbezugspreis (4 Bände) 30 Lire.

In Anbetracht der in den letzten Jahren ständig zunehmenden Fortschritte auf den Gebieten des Fernsprechweitverkehrs, des Funkverkehrs und des Rundfunks, die ihr Entstehen der Erfindungsgabe eines Italieners, des Senators Marconi, verdanken, hat der Italienische Elektrotechnische Verband den Zeitpunkt für geeignet befunden, eine eigene Zeitschrift herauszugeben, die sich den ausländischen Fachzeitschriften würdig an die Seite stellen möchte. Insbesondere will sie die italienischen Leistungen auf diesen Gebieten zusammenfassen, sie wird aber auch den Veröffentlichungen in bewährten Zeitschriften des Auslands den gebührenden Platz einräumen.

Goetsch.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Elektrotechnischer Außenhandel der V. S. Amerika[1]. — Die Ausfuhr elektrischer Maschinen, Apparate und Zubehörteile weist im Juli 1932 nach den vorläufigen Feststellungen mit 14,159 Mill RM[2] eine Verminderung um 15,544 Mill RM (52 %) gegen den Parallelmonat des Vorjahres auf; verglichen mit dem Export im Juni ist sie um 1,332 Mill RM (9 %) gefallen. Der Rückgang gegenüber dem Juli 1931 betraf u. a. besonders Batterien (1,191 gegen 1,853 Mill RM), Motoren (0,348 gegen 1,323 Mill RM), Kühlvorrichtungen für den Haushalt (0,849 gegen 2,258 Mill RM), Industrieöfen u. dgl. (0,074 gegen 1,118 Mill RM) und Radiogerät (4,05 gegen 6,749 Mill RM). *fm.*

Neue britische Handelsmethoden. — Elektro-Gesandter in Argentinien. Der Zentralverband der elektrotechnischen englischen Industrie soll einen Elektro-Gesandten in Buenos Aires inoffiziell ernannt haben, der zugleich von der Regierung geldlich unterstützt werde[3]. Neu ist die Beteiligung der britischen Regierung an einem ausländischen Vertreter eines Industriezweiges. Der Beauftragte soll technischer und kaufmännischer Sachverständiger der Elektrotechnik sein. Unter dieser neuartigen Einrichtung wird er also alle notwendigen Angaben, selbst über die kleinsten Wünsche der Interessenten, in kürzester Zeit geben können. Bedeutende Zeit- und Geldersparnisse sollen hierdurch für die Hersteller wie für die Käufer bei den Angeboten erzielt werden. Der Beauftragte wird nicht nur als beratender Ingenieur im Allgemeininteresse der englischen Elektroindustrie tätig sein, sondern zugleich auch die Bemühungen der einzelnen Firmenvertreter unterstützen. Er wird in steter Fühlungnahme mit den Regierungsabteilungen, den Elektrizitätswerken, Bahnen, Ingenieurverbänden usw. leben, sowie, wenn gewünscht, die Verbindungen mit den Firmenvertretern zur Beratungserleichterung pflegen.

Kaum ist die Erinnerung an den Besuch des Prince of Wales in Süd-Amerika im Verblassen, greift die englische Regierung erneut in Argentinien ein, um besonders die heimische britische Elektroindustrie zu fördern. *A. G. A.*

Erhöhte Glühlampenausfuhr der Tschechoslowakei. — Im Gegensatz zur sonstigen Entwicklung des Elektroaußenhandels zeigt die Einfuhr wie die Ausfuhr von Glühlampen im tschechoslowakischen Außenhandel in der ersten Hälfte 1932 eine Steigerung; infolge der rückgängigen Preise ist wertmäßig ein (allerdings geringer) Rückgang eingetreten.

Glühlampenaußenhandel der Tschechoslowakei.

Zeitraum	1000 Stück	Wert Mill RM[4]
Einfuhr 1. Halbjahr 1931 . . .	2010	1,12
Einfuhr 1. Halbjahr 1932 . . .	2500	1,05
Ausfuhr 1. Halbjahr 1931 . . .	3680	1,32
Ausfuhr 1. Halbjahr 1932 . . .	4800	1,27

Der Ausfuhrüberschuß hat sich hiernach von 0,20 Mill RM im ersten Halbjahr 1931 auf 0,22 Mill RM im ersten Halbjahr 1932 erhöht. An erster Stelle unter den von der Tschechoslowakei mit Glühlampen belieferten Märkten steht Argentinien mit 885 000, an zweiter Frankreich mit 625 000 und an dritter und vierter Britisch-Indien und Holland mit je rd. 200 000 Glühlampen. An der Belieferung der Tschechoslowakei waren im ersten Halbjahr 1932 Oesterreich mit 703 000, Deutschland mit 645 000 und Holland mit 541 000 Lampen beteiligt. (Electr. Rev. Bd. 111, S. 367.) *A. Fr.*

Der Außenhandelsverband E. V., Berlin (NW 7, Robert-Koch-Platz 2—4) hat ein Vergünstigungsabkommen über kostenlose Vorberatung in allen Patent- und Warenzeichen-Angelegenheiten für das In- und Ausland mit einem erfahrenen Patentanwalt getroffen. Der für den Verband als Syndikus in Patentangelegenheiten gewonnene Anwalt übernimmt 1. die Überprüfung der Anmeldungen von Patenten und Warenzeichen vor deren Einreichung; 2. die Vorberatung bei beabsichtigten Abschlüssen von Lizenz- bzw. Verkaufsverträgen; 3. die Vorberatung bei Patent-Streitigkeiten resp. Verletzungsprozessen. Diese unentgeltlichen Vergünstigungen stehen auch Nichtmitgliedern des Verbandes zur Verfügung. Interessenten wollen sich an die Rechtsabteilung des Außenhandelsverbandes wenden.

[1] Electr. Wld., N. Y., Bd. 100, S. 487. Vgl. ETZ 1931, S. 1320; 1932, S. 1072.
[2] 1 RM = 0,24 $.
[3] Electr. Wld. Bd 99, S. 600.
[4] Umrechnungskurs 1 RM = 8,2 Kč.

Abschluß des Heftes: 23. Dezember 1932.

Rechtsverbindliche Auflage dieses Heftes 14 000 Expl.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Sonder-Punktschweißmaschinen hoher Leistung.

Mitteilung der AEG.

Die Bemessung der Leistung von Transformatoren für Punktschweißmaschinen war bisher auf die zu verschweißende Blechdicke abgestellt und hatte eine obere Grenze bei etwa 50 kVA gefunden, womit Gesamtdicken von etwa 25 mm Eisenblech punktweise geschweißt werden konnten. Es zeigte sich aber, daß schon bei so dickem Material die Wirtschaftlichkeit zu wünschen ließ, anderseits aber auch die Gefahr größerer

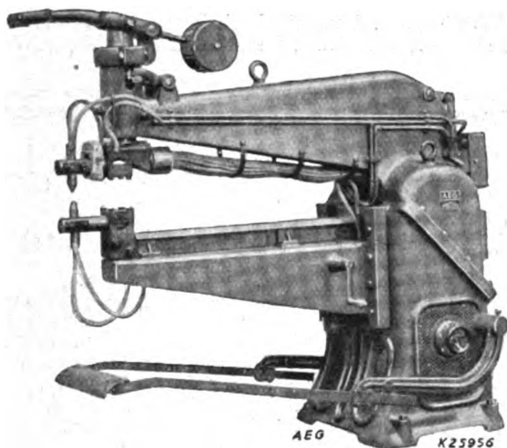


Abb. 1. Punktschweißmaschine mit 1,2 m Armausladung.

Wärmespannungen vorlag. Letzten Endes bot auch die Handhabung des bei großer Wandstärke entsprechend unhandlichen und schweren Werkstückes in der stillstehenden Schweißmaschine große Schwierigkeiten.

Wenn man in letzter Zeit trotzdem die Leistung der Punktschweißmaschinen über 50 kVA steigerte, so geschah dies zur Vergrößerung der Armausladung für die Verarbeitung sperriger Werkstücke, zur Verkürzung der Schweißzeit zwecks Erhöhung der stündlichen Punktleistung, zur Verschweißung von Metallen mit geringerem elektrischen Widerstand als Eisen oder um die Punktschweißung in Sonderfällen überhaupt erst zu ermöglichen.

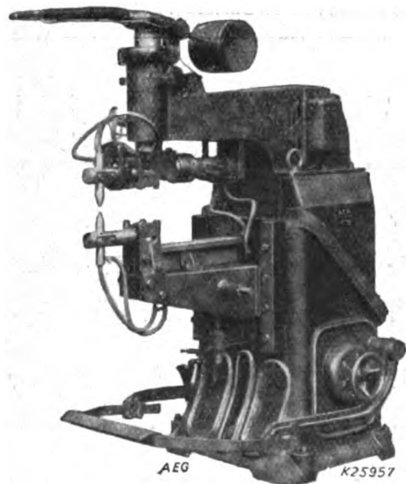


Abb. 2. Hochleistungs-Punktschweißmaschine.

Eine AEG-Punktschweißmaschine mit besonders großer Armausladung zeigt Abb. 1. Mit Rücksicht auf die mechanische Kraftübertragung ist der Oberarm fest, und die Stromzuleitung zu der senkrecht verschiebbaren oberen Elektrode erfolgt durch eine besondere Kabelzuleitung. Der Unterarm mit einer Kupfer-Zuleitungsschiene ist um etwa 200 mm in der Höhe verstellbar. Die Maschine gestattet das Verschweißen sperriger Bleche, wie sie besonders im Karosserie- und Waggonbau vorkommen bis zu etwa 4 mm Einzeldicke. Der Anschlußwert beträgt mit Rücksicht auf die große Armausladung 70 kVA.

Noch stärkere Transformatoren werden erforderlich, wenn die Schweißzeiten zur Erzielung hoher Produktionszahlen stark verkürzt werden sollen. Der Anschlußwert der in Abb. 2 dargestellten Hochleistungs-Punktschweißmaschine der AEG beträgt beispielsweise 100 kVA und läßt elektrisch bei einer Armausladung von 0,6 m die Herstellung von stündlich 5000 Schweißpunkten bei 2 × 2 mm Blechdicke oder von 400 Punkten bei 2 × 6 mm Blechdicke im Dauerbetriebe zu.

Auch das Punktschweißen von Kupferblechen erfordert infolge des geringen elektrischen Widerstandes dieses Werkstoffes sehr hohe Transformatorleistungen. Dabei genügt in mechanischer Beziehung der bekannte Aufbau der normalen Punktschweißmaschinen. Dagegen muß die elektrische Leistung bis zu 150 kVA gesteigert werden. Hiermit lassen sich Kupferbleche bis zu 2 × 2 mm Dicke verschweißen, wobei die Schweißzeit nur den Bruchteil einer Sekunde beträgt. Als Elektrodenmaterial ist die normale Elektrolyt-Kupferelektrode für Kupferschweißungen nicht zu verwenden, da sie am Werkstück kleben würde. Dafür haben sich Kupferelektroden mit Wolfram-Einsätzen sehr gut bewährt.

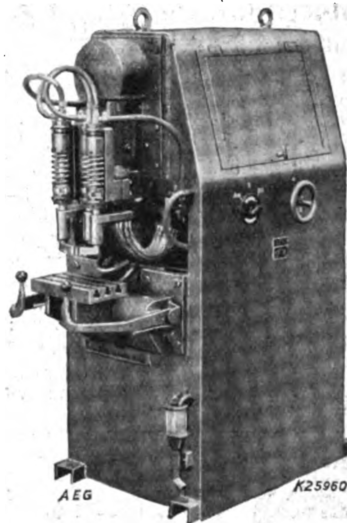


Abb. 3. Mehrfach-Punktschweißmaschine.

Als Hochleistungs-Punktschweißmaschine ist ebenfalls die in Abb. 3 gezeigte, selbsttätig arbeitende Mehrfach-Punktschweißmaschine der AEG beachtenswert. Diese Maschine, die mit größter Genauigkeit die gleichzeitige Herstellung von drei Schweißpunkten gestattet, weicht von der bisher üblichen Bauart erheblich ab. Da die Maschine für Massenschweißungen bestimmt ist und somit mechanischen Antrieb hat, wurde sie mit einer Schutzvorrichtung versehen, die eine Verletzung des Bedienenden verhindert. Zu diesem Zwecke sind zwei Handgriffe angebracht, die gleichzeitig zur Ingangsetzung betätigt werden müssen. Der Antrieb erfolgt dabei über eine magnetische Kupplung (DRP).

Die automatisch gesteuerten drei oberen Punktelektroden sind gekröpft und schwenkbar eingesetzt. Jede bestreicht daher einen Kreisbogen. Ihr kleinster Abstand voneinander beträgt 10 mm. Der Elektrodenkopf ist als ganzes wiederum um einen Drehpunkt schwenkbar, so daß man tatsächlich die drei Punkte innerhalb einer bestimmten Fläche ganz beliebig anbringen kann. Die untere Elektrode ist als Aufspannplatte ausgebildet und trägt die im Bilde nicht enthaltene Aufnahme für das Werkstück.

Die Dreifach-Punktschweißmaschine ist mit drei Einzeltransformatoren ausgerüstet, die an einem Sekundärpol verbunden sind, an dem die untere Elektrode angeschlossen ist. Die anderen drei Pole sind zu den drei oberen Elektroden geführt. Für jeden Transformator ist ein besonderer Schweißkontroller vorgesehen, so daß jeder Schweißpunkt selbsttätig einzeln abgeschaltet wird. Die normale Dauer eines Arbeitshubes beträgt 0,5 s, läßt sich jedoch weitgehend nach oben und unten verändern.

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Bücher.

Preußische Elektrizitäts-AG. (Preußenelektra), Berlin. Mit 16 S. in gr. 8⁰. Preis geh. 1,80 RM. Sämtlich herausgeg. vom Spezial-Archiv der Deutschen Wirtschaft, Verlag R. & H. Hoppenstedt, Berlin 1932.

Electric and magnetic fields. Von Prof. S. A. Attwood. Mit 153 Abb., XI u. 314 S. in gr. 8⁰. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, und Chapman & Hall, Ltd., London 1932. Preis geb. 21/6 s.

Meyers Lexikon. 7. Aufl. i. vollst. neuer Bearb. Mit etwa 7900 Textabb. u. über 1570 Taf., Karten u. Textbeil. Bd. 14 (2. Ergänzungsband): Engler-Laibach. Mit zahlr. Abb., Taf. u. 670 S. in gr. 8⁰. Verlag Bibliographisches Institut, Leipzig 1932. Preis geb. 28 RM.

Short Wave Wireless Communication. Von A. W. Ladner u. C. R. Stoner. Mit 201 Fig. i. Text, XII u. 348 S. in gr. 8⁰. Verlag Chapman & Hall, Ltd., London 1932. Preis geb. 15 s.

ETZ

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

INHALT

52. HEFT · 53. JAHRGANG · IM BUCHHANDEL DURCH JULIUS SPRINGER IN BERLIN W9
(1241—1264) 29. DEZEMBER 1932

Anzeigenpreise, Bezugsbedingungen usw. auf Seite 3

Elektrotechnische Zeitschrift

Für die Schriftleitung bestimmte Sendungen sind nicht an eine persönliche Adresse zu richten, sondern nur an die **Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift,** Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33. Fernsprecher: C 4 Wilhelm 1955.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und bei Originalartikeln nur mit Genehmigung der Schriftleitung und des Verlages gestattet.

SONDERDRUCKE werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgte Bestellungen von Sonderabdrucken oder Heften können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die Elektrotechnische Zeitschrift

erscheint in wöchentlichen Heften und kann im **In-** und **Ausland** durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder durch die Versandstelle des Verlages, die Hirschwald'sche Buchhandlung, Berlin NW 7, Unter den Linden 68, bezogen werden. Bezugspreise für In- und Ausland: jährlich RM 40,—; vierteljährlich RM 10,—. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Monatlich RM 3,50 zuzüglich Porto. Einzelheft RM 1,50 zuzüglich Porto.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 320,—, ½-, ¼-, ⅛-seitige Anzeigen anteilig.
Gelegenheitsanzeigen von Strich zu Strich gemessen RM 0,35 für die einspaltige Millimeterzeile oder deren Raum, ohne Abschlag.

Rabatt: bei jährlich 13 26 52maliger Aufnahme
10 20 30 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung ebenfalls auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.
[Für die gewöhnliche Schriftzeile von 5 Silben sind 3 mm, für eine fettere Überschrift 6 mm vorzusehen, für einen Rand 4 mm bei nur 4 Silben pro Zeile.]

Stellengesuche werden bei direkter Aufgabe mit RM 0,15 pro Millimeterzeile berechnet; Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Ziffernanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,— berechnet.

Beilagen werden nach Vereinbarung beigefügt.
Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluss der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Anfragen und Sendungen für die Elektrotechnische Zeitschrift sind zu richten:

a) **für Anzeigen oder sonstige geschäftliche Fragen** an die Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.
Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: Sammelnummer: Kurfürst 6050 und 6326.

b) **für Abonnements und sonstige Bücherbezüge** an die Hirschwald'sche Buchhandlung, Berlin NW 7, Unter den Linden 68.
Drahtanschrift: Hirschwaldbuch, Berlin. Fernsprecher: A 1 Jäger 6465.

Bank- und Postscheckkonten

für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke:
Reichsbank-Girokonto: Deutsche Bank und Disconto-Gesellschaft. Depositenkasse C, Berlin W 9,
Postscheckkonto Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9,

für Bezug von Büchern, Zeitschriften und einzelnen Heften:
Postscheckkonto Berlin Nr. 33 700, Hirschwald'sche Buchhandlung, Berlin NW 7. Bankkonto: Deutsche Bank und Disconto-Gesellschaft, Depositenkasse Berlin W 8, Unter den Linden 11

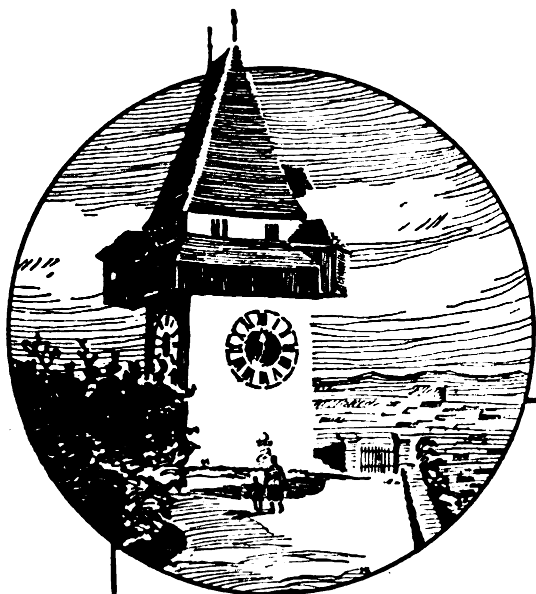
An die Vereinsmitglieder, Verbandsmitglieder und Postbezieher der E. T. Z.

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, Verein oder Verband, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des VDE, EV und aller zum VDE gehörigen Vereine haben ihren Wohnungswechsel außerdem der entsprechenden Geschäftsstelle mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.



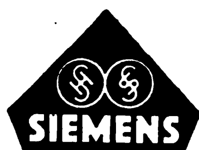
Diese automatische Leistungs-Fernregelanlage befindet sich seit 1931 bei der Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-AG (STEWEAG), Graz in Betrieb.

Graz (Steiermark)

Umspannwerk Ternitz
90 km
nach Wien
Kraftwerk Pernegg
45 km
Fernamt Graz
Umspannwerk Graz-Süd
37 km
Kraftwerk Arnstein

Fernmeßstelle
Anzeigeinstrument
Schutztrafo bzw. Ringübertrager
Telefon
autom. Leistungs-Regler
Wasserkraftwerk

Automatische Leistungs-Fernregelanlage: Regelwert über 172 km Entfernung fernübertragen; unterwegs zweimalige Anzeige als Meßwert. Gleichzeitiges Fernregeln und Fernsprechen auf derselben Leitung (Simultan-Schaltung); Überbrückung zweier getrennter Fernsprechkanäle durch Regelwert-Übertragung.



SIEMENS

Siemens & Halske AG · Siemens-Schuckertwerke AG

Berlin-Siemensstadt

SRG 101

„Wir beziehen uns auf Ihre Anzeigen in der ETZ ...“

Unsere Mitglieder, die sich bei Anfragen mit diesen wenigen Worten auf die ETZ beziehen, leisten ihrer Verbandszeitschrift einen wichtigen Dienst.

VERBAND DEUTSCHER ELEKTROTECHNIKER E. V.
ELEKTROTECHNISCHER VEREIN E. V.



Die „Technische Zeitschriftenschau (mit Bücherschau)" ist seit vielen Jahren das einzige Referatenblatt, das die Neuerscheinungen auf allen Gebieten des Ingenieurwesens kurzfristig erschließt. Auf dem Gebiet der Elektrotechnik sind im letzten Jahrgang nahezu 3000 Referate über die bemerkenswerte in- und ausländische Fachliteratur erschienen. Sie sind in einem besonderen Teil „Elektrotechnik" zusammengefaßt. Die kurzfristige Auswertung und weitgehende Gliederung des Stoffes macht die „T.Z." zu einem leicht benutzbaren und unentbehrlichen Hilfsmittel für rationelle Auswertung technischen Schrifttums.

TECHNISCHE ZEITSCHRIFTENSCHAU

mit Bücherschau

Herausgegeben im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker E.V. von Dr.-Ing. E.h. Alfred Schlomann

Erscheint zweimal im Monat. Bezugspreis RM 7.25 vierteljährlich (VDE-Mitglieder RM 6.50). Einzelheft RM 1.50 (RM 1.35).

Für den Anzeigenteil verantwortlich F. Luckhardt, Berlin SO 36 — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9 — Druck von H. S. Hermann G. m. b. H., Berlin SW 19 — Printed in Germany